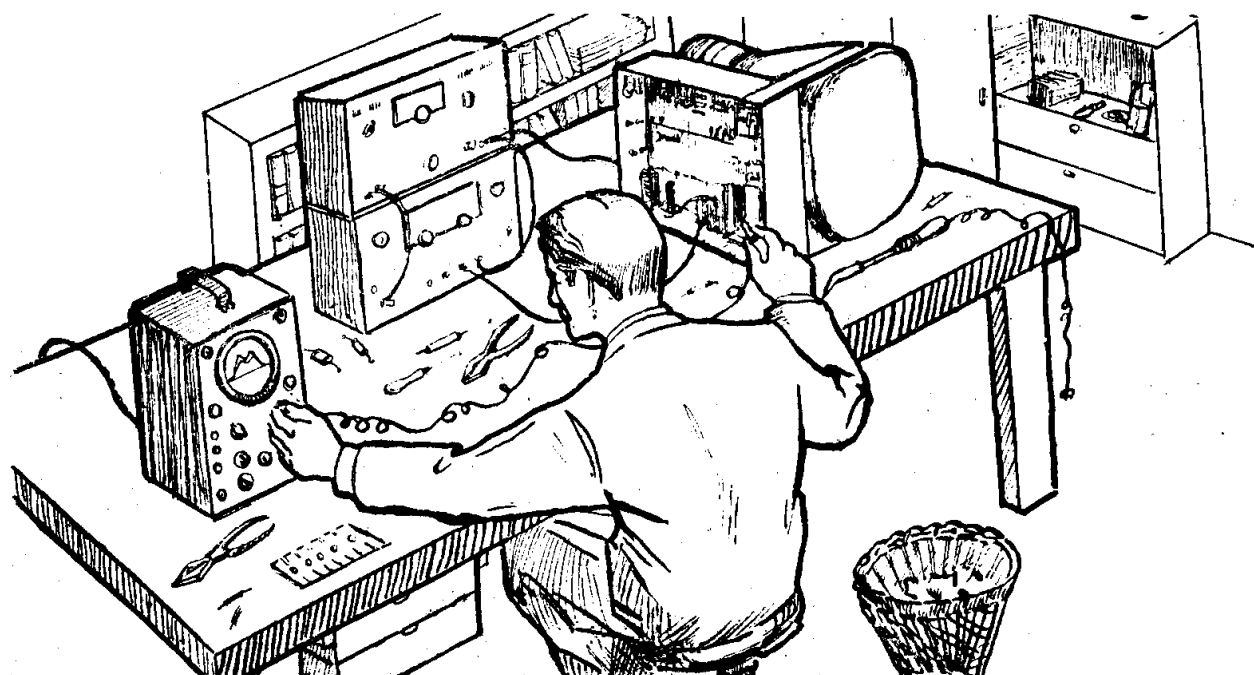
Ing. VITTORIO BETTINA

LABORATORIO DI TELEVISIONE

COSTRUZIONE DI UN

OSCILLOSCOPIO A RAGGI CATODICI

PARTE PRIMA E SECONDA

EDITRICE POLITECNICA ITALIANA

Ing. VITTORIO BETTINA

COSTRUZIONE DI UN

OSCILLOSCOPIO A RAGGI CATODICI

PARTE PRIMA E SECONDA

EDITRICE POLITECNICA ITALIANA

STAMPATO IN ITALIA NELLA TIPO-LITOGRAFIA V. FERRI - VIA COPPELLE 16-a - ROMA - PRINTED IN ITALY - MCMLVI

I N D I C E

PARTE I - L'OSCILLOSCOPIO A RAGGI CATODICI IN GENERALE - FUNZIONI, DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE

PARTE II - DESCRIZIONE, REALIZZAZIONE E MONTAGGIO DELLE PARTI MECCANICHE DELL'OSCILLOSCOPIO

AVVERTENZA IMPORTANTE

La PARTE TERZA, la PARTE QUARTA e l'APPENDICE sono svolte nel fascicolo « W 4 » di questa Collana Editoriale. Gli argomenti in essa trattati sono: ESECUZIONE DEI COLLEGAMENTI (Completamento dell'alimentatore - Circuiti del tubo a raggi catodici - Circuito dell'asse dei tempi - Amplificatori orizzontale e verticale). ASSEMBLAGGIO, PROVA e VERIFICA DI FUNZIONAMENTO DELL'OSCILLOSCOPIO.

PARTE PRIMA

L'OSCILLOSCOPIO A RAGGI CATODICI IN GENERALE: FUNZIONI, DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE

CAPITOLO PRIMO

INTRODUZIONE E GENERALITÀ

1. 1) Gli **OSCILLOSCOPI** od **OSCILLOGRAFI** con tubo a raggi catodici sono indubbiamente da annoverare tra i più utili e versatili strumenti elettronici, tantoché oggigiorno non v'è praticamente campo scientifico od industriale in cui non trovino le più diverse applicazioni.
La caratteristica peculiare che rende questi strumenti veramente preziosi, ed in moltissimi casi insostituibili, deriva dal fatto che essi forniscono simultaneamente una misura **qualitativa** ed una **quantitativa.**
Misura qualititativa, perché danno una rappresentazione **visiva ed immediata** dell'andamento di un fenomeno rispetto al tempo, ossia, in termini generali, del modo di variare d'una grandezza elettrica in rapporto ad un'altra, anche se il ciclo di variazione è tanto rapido da svolgersi entro intervalli di tempo dell'ordine dei milionesimi di minuto secondo.
Misura quantitativa, perché permettono di rilevare contemporaneamente il **valore** di quella determinata grandezza in esame.

1. 2) In radiotecnica gli impieghi degli oscilloscopi sono tanto numerosi ch'è quasi impossibile enumerarli; generalizzando possiamo darne tuttavia un breve elenco a titolo informativo:
a) Misure di tensione in corrente continua ed in corrente alternata a frequenza bassa (frequenze acustiche) ad alta (radiofrequenze);
b) Misure di frequenza e di fase;
c) Osservazione delle **« forme d'onda »** (cioè dell'andamento di una tensione od una corrente variabile) su qualsiasi punto di un qualunque circuito;
d) Rilievo della curva di selettività di un ricevitore;
e) Rilievo della curva di fedeltà (o **« risposta »**) di un ricevitore o di un amplificatore di B.F.;
f) Allineamento dei ricevitori, sia del tipo normale per modulazione di ampiezza che per modulazione di frequenza, nonchè di televisori;
g) Ricerca di guasti nei ricevitori televisivi e, in generale, su qualsiasi dispositivo elettronico;
h) Misura della percentuale di modulazione sui trasmettitori;
i) Misure di distorsione;
l) Studio ed esame delle condizioni di funzionamento di un circuito, ecc, ecc.

1. 3) Per poter eseguire le suddette misure e controlli (ed altre ancora che per brevità non sono state elencate), devono essere soddisfatte due condizioni:
I) che lo strumento possieda adeguate caratteristiche;
II) che lo si sappia usare convenientemente.
In ordine al primo punto v'è da dire che esistono in commercio, costruiti da ditte specializzate, oscillografi appartenenti ad una grande varietà di tipi: dai più sempli e relativamente poco costosi, per uso generale, ai più elaborati e costosissimi impiegati nei laboratori per lavori sperimentali e di ricerca. Questi ultimi possono comprendere 20÷30 tubi elettronici oltre il tubo a raggi catodici, contro i 6 ÷ 10 tubi di un discreto oscillografo per applicazioni generiche.
I limiti di impiego e la precisione di misura sono naturalmente subordianti alle prestazioni, e quindi alle caratteristiche, dello

strumento; ma purtroppo la complessità e, di conseguenza, il costo di un buon oscillografo sono già tali per cui pochi privilegiati possono permettersene l'acquisto.

Quanto alla capacità di impiego di questi strumenti essa è determinata innanzi tutto dalla buona conoscenza dei principi di funzionamento degli oscillografi e, successivamente, dalla pratica che si può acquistare soltanto attraverso un paziente tirocinio, fino al punto di sapere interpretare nel giusto modo le « figure » riprodotte sullo schermo del tubo catodico e ricavare da queste tutte le notizie utili inerenti il fenomeno osservato in relazione al circuito in cui esso ha luogo.

1. 4) L'oscilloscopio descritto nel presente fascicolo è uno dei più semplici che sia possibile realizzare (comprende due sole valvole oltre il tubo a raggi catodici). Partendo infatti dal presupposto che il lettore — pur essendo a conoscenza della radiotecnica generale — affronti per la prima volta una costruzione del genere, piuttosto insolita per lui, ci siamo preoccupati di evitargli il maggior numero di difficoltà, anche a costo di rinunciare a delle migliorie circuitali ottenibili con mezzi modesti, pur di non esporlo a rischi di insuccesso.

Lo strumento comprende nondimeno **tutti** gli organi di comando e regolazioni di cui sono forniti comunemente tali dispositivi e fornisce le prestazioni **di massima** di un normale oscillografo, cosicchè viene dato modo a chi lo adopera di esercitarsi nell'uso di questi strumenti, uso che, pur essendo facile, richiede ponderata attenzione e senso critico, da affinare con una lunga pratica.

Il requisito-base al quale ci siamo attenuti, cioè la semplicità circuitale cui si accompagna anche quella costruttiva, è stato raggiunto « pagando », com'era inevitabile, un tributo ai limiti di impiego dello strumento, per estendere i quali sarebbero occorsi dei provvedimenti in perfetta antitesi con tale requisito (come verrà discusso nel testo affinchè il lettore ne sia sufficientemente edotto), a parte il fatto che la messa a punto di un oscilloscopio più complesso avrebbe richiesta la disponibilità di un certo corredo di strumenti da laboratorio.

Sarebbe come dire, tanto per stabilire un confronto, che il nostro oscillografo sta ad un oscillografo di buone caratteristiche nello stesso modo come un piccolo ricevitore supereterodina sta ad un ricevitore professionale: ambedue forniscono le stesse prestazioni di massima, ma non si può pretendere di ottenere dal primo gli stessi risultati che il secondo può dare.

Non è detto però che l'interessato non possa in un secondo tempo, forte della necessaria esperienza, costruirsi un nuovo oscilloscopio di caratteristiche più spinte, utilizzando quasi tutte le parti di questo strumento a cominciare dalla più costosa di esse: il tubo catodico, ed aggiungendone altre magari in tempi successivi, fino a poter disporre di un ottimo apparato.

1. 5) Il contenuto del presente fascicolo è suddiviso in 11 Capitoli, raggruppati in 4 parti come dal seguente prospetto riassuntivo:

PARTE I - GENERALITA' E DESCRIZIONE

Cap. 1° - **Introduzione e generalità** — Contiene delle notizie di carattere generale.

Cap. 2° - **Descrizione del circuito** — In questo capitolo viene esaminato punto per punto lo schema dell'oscilloscopio e viene spiegata al lettore la funzione d'ogni singolo componente. La descrizione è accompagnata da nozioni teoriche svolte in forma sommaria ed elementare, in quanto per il buon uso dello strumento non si può prescindere dalla conoscenza dei principi di funzionamento.

Cap. 3° - **Considerazioni sulle caratteristiche degli oscilloscopi** — E' un complemento alle nozioni teorico-pratiche esposte nel precedente capitolo, che nello stesso tempo chiarisce meglio le considerazioni di massima svolte poc'anzi nel comma **1. 4**.

PARTE II - PARTI MECCANICHE

Cap. 4° - **Parti meccaniche** — Sono descritte ed illustrate dettagliatamente tutte le parti meccaniche dello strumento ad uso del lettore che intenda costruirsele da solo.

Cap. 5° - **Montaggio delle parti meccaniche** — Il capitolo descrive come bisogna procedere per montare le parti meccaniche dell'oscilloscopio, quale operazione preliminare per la successiva esecuzione dei collegamenti elettrici.

PARTE III - MONTAGGIO ELETTRICO

In questa parte sono descritte, in capitoli distinti, le fasi di montaggio elettrico (vale a dire, la messa in opera delle connessioni) dei diversi stadi componenti lo strumento, secondo l'ordine seguente:

Cap. 6° - **Completamento dell'alimentatore.**

Cap. 7° - **Circuiti del tubo a raggi catodici.**

Cap. 8° - **Circuiti dell'asse dei tempi.**

Cap. 9° - **Circuiti degli amplificatori orizzontale e verticale.**

PARTE IV - ASSEMBLAGGIO E PROVA

Cap. 10° - **Assemblaggio** — Il capitolo tratta le operazioni di completamento e l'esecuzione dei collegamenti tra la strumento vero e proprio ed il pannello di alimentazione.

Cap. 11° - **Prova dell'oscilloscopio** — Vengono descritte dettagliatamente le verifiche da compiere, stadio per stadio, per controllare il funzionamento dell'apparato. — A titolo indicativo sono trattati altresì alcuni possibili inconvenienti o guasti ed il modo di ricercarli. — Segue infine la prova generale dell'oscilloscopio.

Appendice — In appendice viene descritta una semplice ma utilissima modifica aggiuntiva, che estende i limiti di impiego dello strumento.

1. 6) ELENCO COMPLETO DEL MATERIALE OCCORRENTE

Quantità	Simbolo	Denominazione
		a) Tubi elettronici
1	V_1	Tubo a raggi catodici a deflessione asimmetrica tipo « PHILIPS » DG7/6
1	V_2	Doppio-triodo « PHILIPS » tipo ECC-81
1	V_3	Triodo-Pentodo «PHILIPS» tipo ECL-80
		b) Raddrizzatori
1	X_1	Raddrizzatore al selenio 250 V/0,03 A una semionda.
1	X_2	Raddrizzatore al selenio duplicatore di tensione, 2 × 260 Volt/0,010 Amp., una semionda.
		c) Potenziometri
1	P_1	Potenziometro *lineare* da 50.000 Ohm con interruttore
1	P_6	Potenziometro *lineare* doppio 2×1 Megaohm
1	P_5	Potenziometro *lineare* da 10.000 Ohm
3	P_2-P_7-P_8	Potenziometri *lineari* da 500.000 Ohm
2	P_3-P_4	Potenziometri *lineari* da 2 Megaohm
		d) Commutatori
2	S_1-S_3	Commutatori a scatto « a pallina » 1 via - 2 posizioni (deviatori)
1	S_2	Commutatore rotativo 2 vie - 5 posizioni (tipo Geloso 2003 od equivalente)
		e) Condensatori fissi a mica
1	C_{14}	Condensatore a mica da 50 picoforad
1	C_{13}	» » » » 500 »
1	C_{18}	» » » » 1.000 »
		f) Condensatori fissi a carta
2	C_{12}-C_{25}	Condensat. a carta da 5.000 picofarad
1	C_{17}	» » » » 10.000 »
3	C_8-C_9-C_{11}	» » » » 25.000 »
1	C_1	» » » » 50.000 »
3	C_7-C_{16}-C_{26}	» » » » 100.000 »
3	C_{10}-C_{19}-C_{21}	» » » » 250.000 »
2	C_{15}	» » » » 500.000 » (in parallelo per formare 1 microfarad)

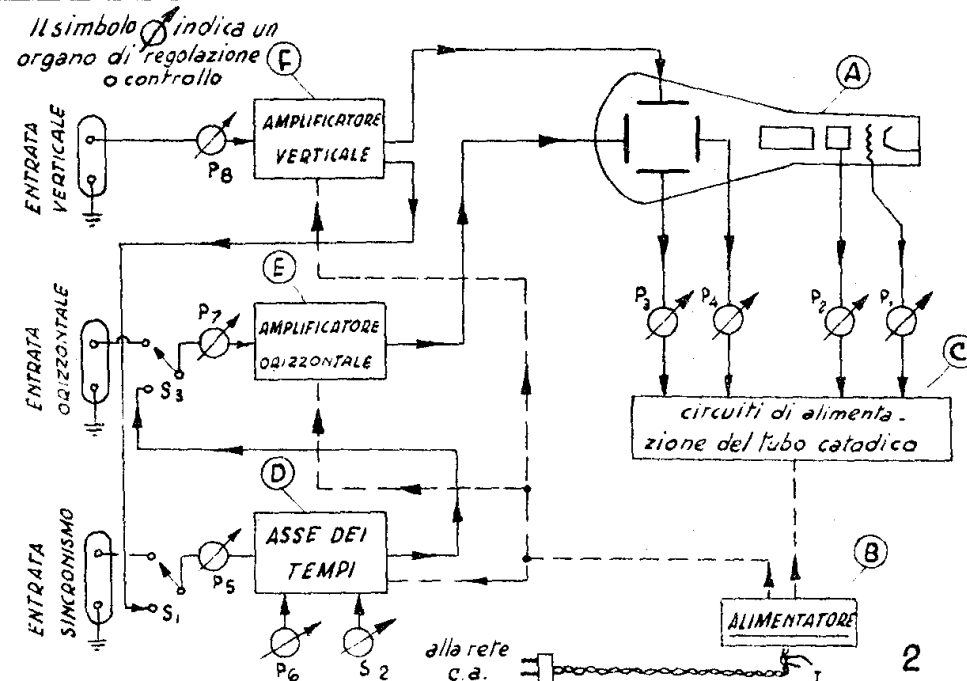
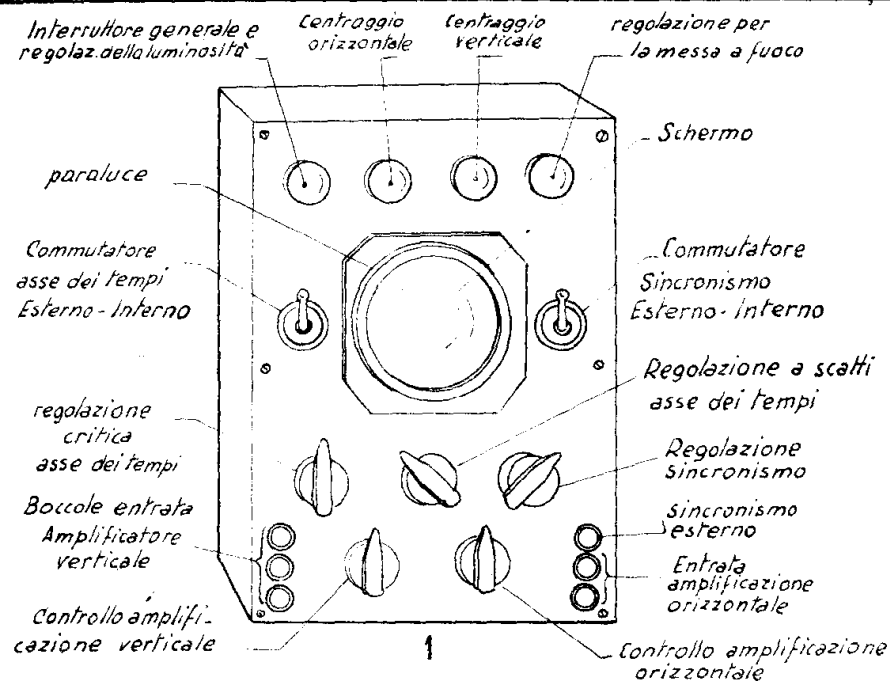
Quantità	Simbolo	Denominazione
		g) Condensatori elettrolitici
1	C_{20}	Condensatore catodico 100 mF/25 Volt
1	C_{21}	Condens. Elettrol. tubolare 8 mF/500 V
4	C_2 - C_3 - C_5 - C_6	Condens. Elettrol. normali 8 mF/500 V
1	C_4	Condens. Elettrol. tubolare 32 mF/300 V
		h) Resistenze fisse
1	R_8	Resistenza fissa 100 Ohm - ½ Watt
1	R_9	» » 150 » 1 »
1	R_{13}	» » 2.000 » 1 »
1	R_1	» » 2.000 » 3 »
1	R_{12}	» » 50.000 » 1 »
1	R_{11}	» » 100.000 » ½ »
2	R_{10}-R_{17}	» » 100.000 » 1 »
2	R_2-R_3	» » 250.000 » ½ »
1	R_{14}	» » 300.000 » 1 »
3	R_4-R_5-R_{16}	» » 500.000 » ½ »
2	R_6-R_7	» » 2 Megaohm ½ »
1	R_{15}	» » 10 » ½ »
		i) Trasformatori
1	T_1	Trasformatore di alimentazione Primario 110-125-160-220 V. Secondario A.T. 250 V./0,03 A. Secondari B.T. 6.3 V./1,2 A. 6.3V./0,6 A.
		l) Minuterie elettriche varie
m. 2.50		Filo unipolare schermato
m. 3.00		Filo di rame stagnato nudo, semirigido, ⌀ 8/10
m. 1.50		Filo isolato per collegamenti, sezione 0,5 - colore NERO
m. 2,30		id. id. id. BIANCO
m. 3,30		id. id. id. GIALLO
m. 3,50		id. id. id. VERDE
m. 2,80		id. id. id. ROSSO
m. 2.50		id. id. id. BLEU
m. 1.00		Cordone bipolare luce
m. 1,00		Nastro adesivo o cellophan adesivo, largo mm. 8
m. 1,00		Stagno preparato alla colofonia

Quantità	Simbolo	Denominazione
N. 1		Zoccolo per tubo a raggi catodici PHILIPS DG7/6 (fig. 408)
2		Zoccoli portavalvola tipo « noval » (figura 409)
2		Basette porta-resistenza a 3 posti (Geloso N. 641) (fig. 480)
1		Basetta porta-resistenza a 7 posti (Geloso N. 645) figg. 396-398)
1		Basetta porta-resistenze a 8 posti (Geloso N. 646) (figg. 396-398)
10		Boccole isolate (2 nere, 4 verdi, 4 rosse) (figg. 402-403)
3		Bottoni ad indice (fig. 404)
4		Bottoni cilindrici (fig. 406) (sostituibili con altrettanti ad indice)
1		Ancoraggio semplice (fig. 399-400)
2		Ancoraggi doppi (fig. 401)
3		Spine bipolari luce
1		Cambio tensione universale
1		Morsettiera a 5 posti (Geloso n. 1805)
		m) Minuterie meccaniche e materiali vari
2		Fascette per fissaggio elettrolitici (Geloso N. 2863) (fig. 479)
16		Bulloncini (viti con dado) 3 × 10 (oppure 1"/8 × 10)
6		Bulloncini (viti con dado) 3 × 15 (oppure 1"/8 × 15)
6		Bulloncini (viti con dado) 3 × 20 (oppure 1"/8 × 20)
» 2		Bulloncini (viti con dado) 3 × 40 (oppure 1"/8 × 40) con rondelle
12		Terminali di massa semplici, ⌀ del foro 3,5
1		Terminale di massa semplice, ⌀ del foro 5 ÷ 6
7		Colonnine distanziatrici, altezza mm 10, ⌀ del foro 3,5
1		Colonnina distanziatrice, altezza mm 15 ⌀ del foro 3,5
1		Tubetto di mastice attaccatutto
12		Viti a legno, testa a bottone, 3 × 15

Denominazione	Materia prima	Lavorazioni richieste
	n) Parti meccaniche	
Telaio di montaggio per pannello frontale (fig. 238) Telaio di montaggio per alimentatore (figura 258 b)	2 pezzi rettangolari alluminio (o duralluminio) mm 180 × 260 — spessore 1,5÷2 mm	Tranciatura, foratura, pulitura (eventuale verniciatura faccia anteriore)
Flangia para-luce (figura 245)	1 pezzo rettangolare di legno cm 9 × 10, spessore mm. 7÷8 10 strisce cartoncino cm 2,5 × 25, spessore 3/10	Tranciatura, foratura, pulitura (possibilmente verniciatura) Incollatura per formazione del tubo (possibilmente verniciat.)
Squadrette supporti per aste filettate (fig. 269 ÷ 272)	2 strisce alluminio mm 15 × 184, spessore 1,5÷2	Tracciatura, piegatura, foratura
Aste filettate con 20 dadi (fig. 283 ÷ 287)	1 barra filettata da mm 4 MA, oppure 4,5 MA, oppure 3"/16. Lunghezza complessiva 60 cm, 20 dadi per detta,	Taglio, intestatura del filetto
Pannellino per zoccolo del tubo a raggi catodici (figg. 288-295)	1 pezzo rettangolare alluminio (o duralluminio) mm 90 × 100, spessore 1, 5	Tracciatura e foratura
Supporto per zoccolo porta-valvola asse dei tempi (figg. 269 a 301)	1 pezzo alluminio mm. 113 × 55, spessore mm. 1,5	Tracciatura, taglio, foratura e piegatura
Telaio per amplificatori orizzontale e verticale (figg. 302 a 307 e fig. 310)	1 pezzo rettangolare alluminio mm 100×150 spessore 1,5	Tracciatura, foratura e piegatura
Supporto per zoccolo porta-valvola amplificatore orizz. e verticale (figg. 302 e 308-309-311)	1 pezzo rettangolare alluminio mm 28×54, spessore 1,5	Tracciatura, foratura, arrotondamento spigoli e piegatura
Fascette a « cravatta » fissaggio basetta porta resistenze (figg. 324 e 334)	2 strisce alluminio mm 10 × 50, spessore mm 1	Tracciatura, piegatura e foratura

Denominazione	Materia prima	Lavorazioni richieste
Cassetta in legno (figg. 335 a 349) EVENTUALI Maniglia (figg. 350-353) Piedini distanziatori di gomma (figg. 357-360) Viti fissagg. per detti.	2 assicelle legno semiduro cm 16×20, spessore cm 1 2 idem, cm 20 × 26, spessore cm 1 20 viti a legno testa piana 3 × 25 20 chiodini a « spillo » 1,2 × 20	Incollatura, chiodatura (provvisoria) unione con viti, pulitura ed eventuale verniciatura
	o) Parti accessorie varie	
Morsettiera a 9 terminali (figg. 312 a 323)	1 striscia isolante bachelite (o turbax, o lucite, ecc.) mm. 10×100, spessore mm 3 9 terminali doppi con gambo a rivetto (rivetto mm 4, ∅ mm 3)	Tracciatura, foratura, rivettatura del gambo dei terminali
« Quadrante » di cartoncino (figg. 361 a 391)	1 o 2 (vedi testo) fogli di cartoncino sottile, mm. 180×260	Disegno delle diciture e loro esecuzione con inchiostro di china

1. 7) AVVERTENZA IMPORTANTE.

La descrizione ampiamente illustrata di tutte le fasi di montaggio dei circuiti che formano oggetto del presente fascicolo prevede l'uso di componenti di normale produzione, quali si reperiscono in commercio.
Poiché tuttavia non è possibile escludere a priori l'eventualità della scomparsa dal mercato di taluni di essi e la loro sostituzione con altri di nuova produzione aventi caratteristiche elettriche identiche, ma forma e dimensioni diverse che comportino, per il differente sistema di fissaggio, un piano di foratura che non corrisponde più (in tutto od in parte) a quello da noi previsto sulla base dei componenti effettivamente impiegati, il lettore deve sapersi « arrangiare » eseguendo di propria iniziativa le piccole lavorazioni meccaniche che sotto tali circostanze si rendessero necessarie.

CAPITOLO SECONDO

DESCRIZIONE DELL'OSCILLOSCOPIO

2. 1) GENERALITA'

(1) ... L'oscilloscopio, di cui la figura rappresenta la vista del pannello frontale e la disposizione degli organi di comando, è costituito delle seguenti unità, ciascuna delle quali assolve una funzione propria e ben definita:

(2) ... A) **Un tubo a raggi catodici**

B) **Un alimentatore;**

C) **Un circuito partitore di tensione per il tubo catodico;**

D) **Un asse dei tempi;**

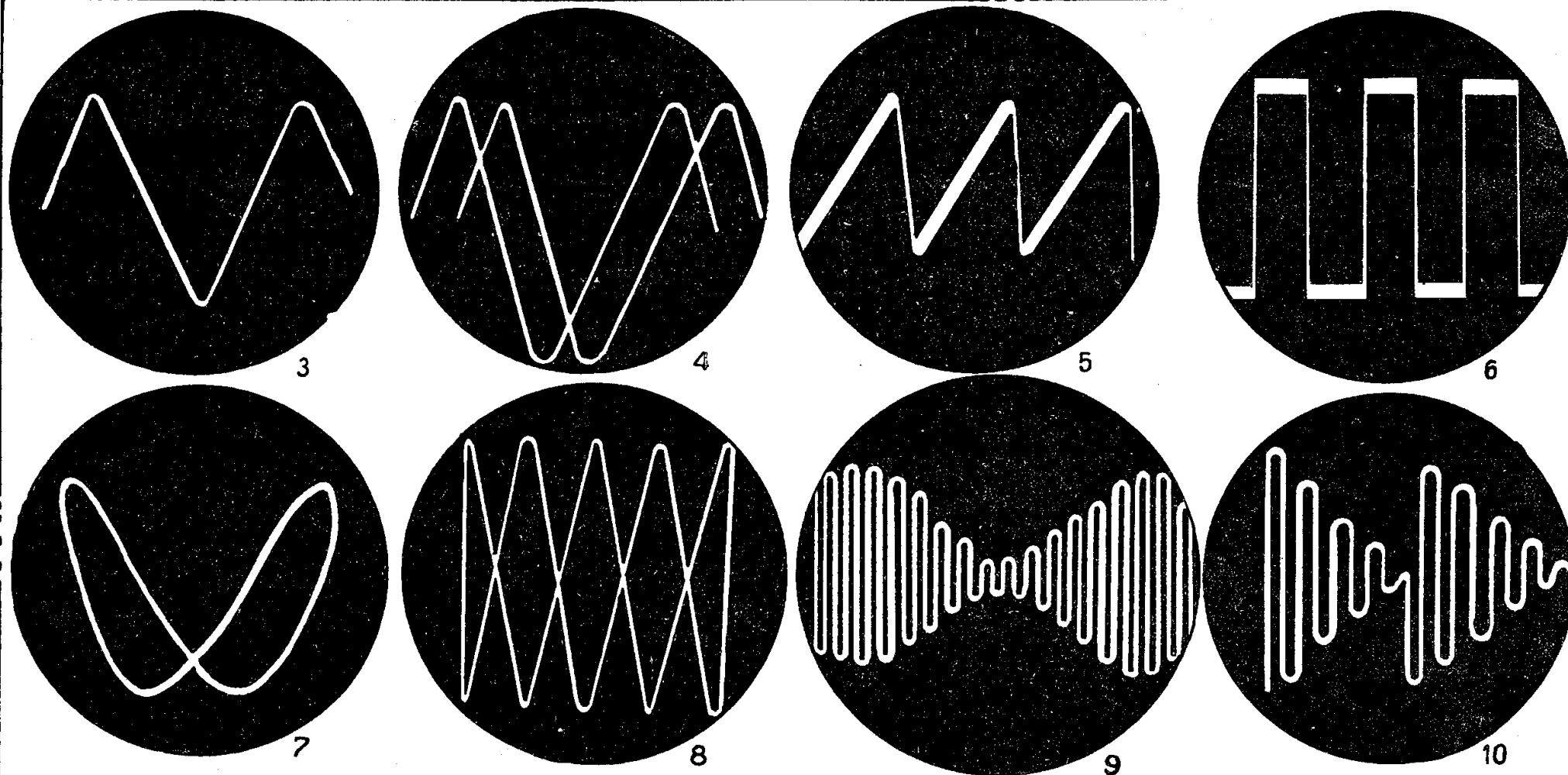
E) **Un amplificatore orizzontale;**

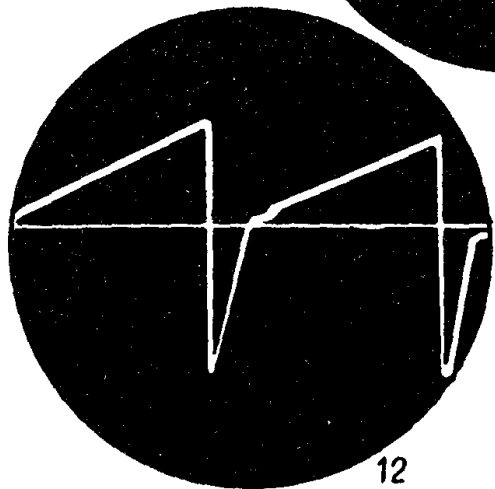
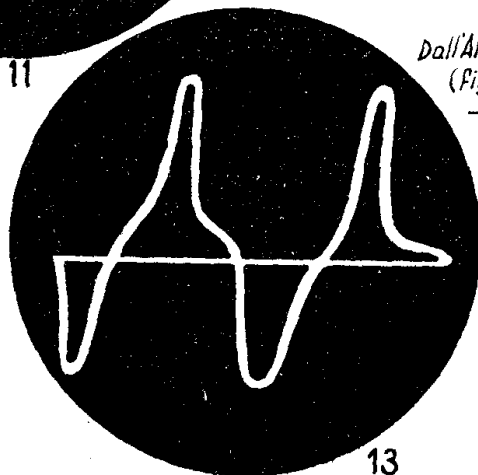
F) **Un amplificatore verticale.**

La teoria elementare che tratta i principi di funzionamento dei circuiti sopra elencati è svolta sommariamente nel corso del testo, di volta in volta che se ne presenta l'opportunità.

Per il momento, e con riserva di riprendere quanto prima in esame più dettagliato i singoli stadi che compongono l'oscilloscopio, forniamo questi brevi cenni di massima sulle prestazioni date da ciascuna unità:

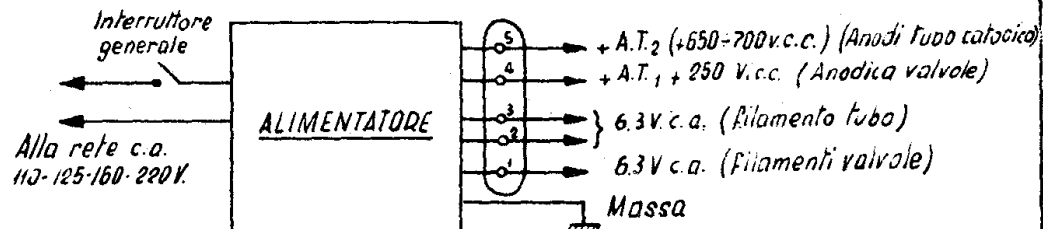
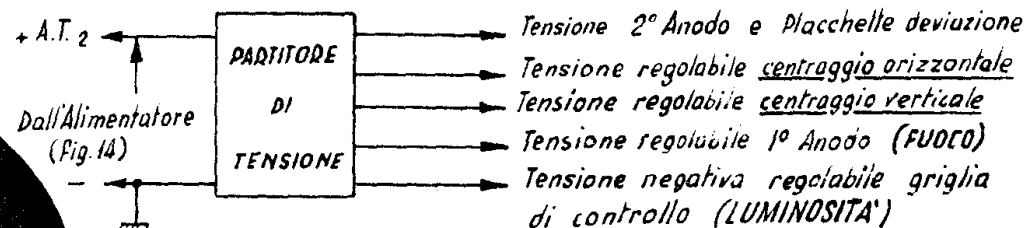
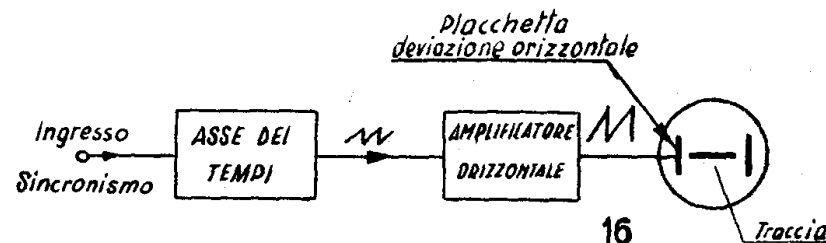
a) Il tubo a raggi catodici, che è del tipo a concentrazione (o **« focalizzazione »**) elettrostatica, provvede a fornire una presentazione visiva (con traccia colore verde) della forma d'onda in esame applicata al circuito di ingresso dello strumento.

Queste figure rappresentano alcune forme d'onda scelte a caso tra una varietà quasi infinita, quali vengono riprodotte sullo schermo del tubo. Benché non sia ancora il momento di darne una interpretazione, diremo in breve che esse rappresentano:

(3) ... un'onda sinusoidale; ...
(4) ... due onde sinusoidali della stessa frequenza, ma sfasate di 90°;
(5) ... un'onda a denti di sega; ...
(6) ... un'onda rettangolare; ...
(7-8) ... altre presentazioni di un segnale sinusoidale; ...

(9) ... segnale sinusoidale di ampiezza e frequenza costanti, modulato da un secondo segnale anch'esso sinusoidale, ma di frequenza più bassa; ...
(10) ... segnale sinusoidale di ampiezza e frequenza costanti; modulato da un segnale a denti di sega di frequenza più bassa; ...

(11-12-13) ... segnali rilevabili su determinati punti di un ricevitore televisivo.

b) **L'alimentatore** fornisce tutte le tensioni occorrenti per il funzionamento sia del tubo catodico che delle altre valvole usate nell'oscilloscopio. Esso è già stato descritto, in parte, nel fascicolo precedente di questa serie; si tratterà di completarlo in vista della sua destinazione definitiva.

(14) La figura indica le prestazioni generali dell'alimentatore.

c) **Circuiti partitori di tensione del tubo,** servono per ripartire adeguatamente la tensione A.T.$_2$ (650 ÷ 700 c.c.) fornita dell'alimentatore in modo che ad ogni elettrodo venga applicato il potenziale richiesto per un corretto funzionamento, ...

(15) ... in base a questa suddivisione di massima.

d) - e) **Asse dei tempi ed amplificatore orizzontale.**

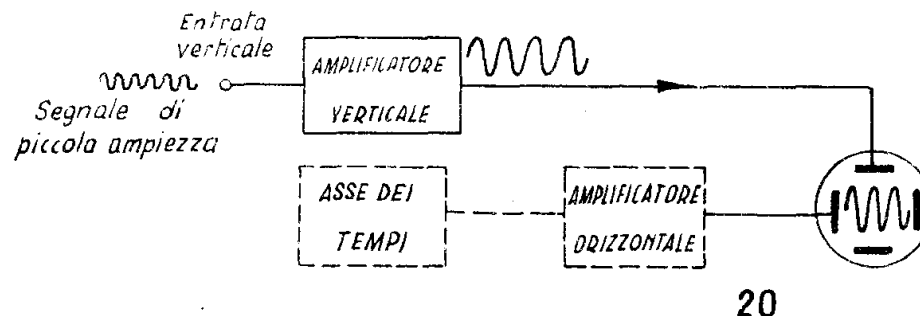
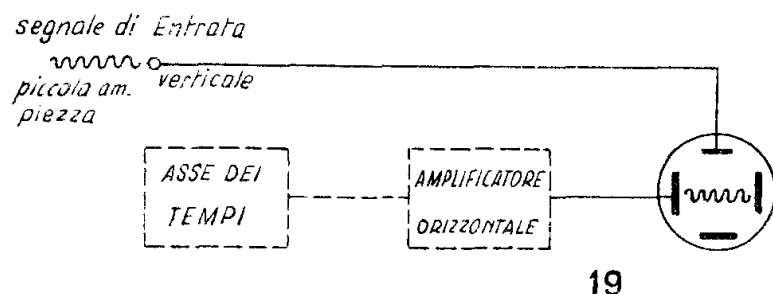
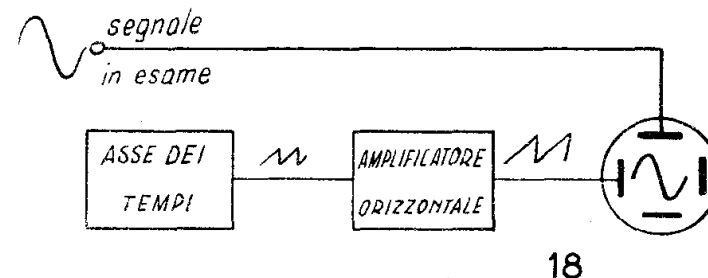
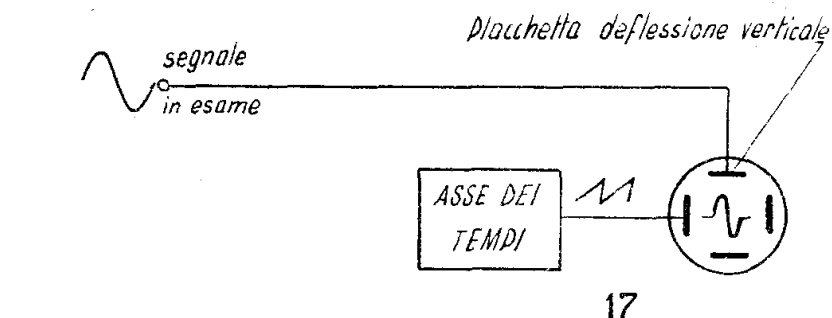
(16) L'asse dei tempi provvede alla generazione di speciali segnali (a denti di sega) utilizzati per la deflessione in senso orizzontale del pennello catodico del tubo.

L'amplificatore orizzontale è un complemento indispensabile dell'asse dei tempi, in quanto l'ampiezza della deflessione orizzontale ottenuta direttamente dallo stadio **d)** sopra menzionato potrebbe non essere sufficiente per consentire una visione chiara del fenomeno da osservare.

17

18

19

20

(17-18) Come è messo in evidenza da queste figure che mostrano, ad esempio, la presentazione sul tubo di una sinusoide quando **l'ampiezza dell'asse orizzontale** è piccola e, rispettivamente, amplificata.

f) **Amplificatore verticale,** serve per aumentare l'ampiezza del segnale che si desidera vedere sullo schermo del tubo.
(19-20) Le illustrazioni dimostrano la funzione svolta dall'amplificatore verticale, senza del quale un segnale di livello basso non sarebbe ben visibile.

La figura (2) oltre a specificare le unità componenti l'oscilloscopio, indica altresì come le unità stesse sono reciprocamente intercollegate, eppertanto questa raffigurazione costituisce lo schema generale di principio dello strumento.
Tale metodo di rappresentazione degli stadi che compongono una qualsiasi apparecchiatura elettronica è oltremodo utile, perchè consente di valutare a colpo d'occhio la struttura circuitale dell'apparato medesimo, sia ai fini di un preliminare giudizio di massima, sia per poter seguire facilmente la « strada » che un certo segnale dovrà percorrere (ciò che aiuta a comprendere i principi di funzionamento di quel circuito) e sia infine, tra l'altro, per stabilire rapidamente un confronto con la conformazione circuitale di un'altra apparecchiatura di caratteristiche similari.
In questi schemi inoltre, detti **schemi a blocchi** od anche **stenogrammi,** poiché ogni stadio è rappresentato da un rettangolo identificabile comodamente dagli altri mediante una cifra od una lettera distintiva, oppure per mezzo di appropriate diciture, viene evitata ogni possibile confusione quando si riprende successivamente in esame, per una dettagliata trattazione, una certa parte dell'intero circuito, della quale sarà agevole localizzare lo stadio di appartenenza.

21

Sigla distintiva dei tubi a raggi catodici "PHILIPS"			
1ª LETTERA	2ª LETTERA	1° NUMERO	2° NUMERO
la prima lettera indica il sistema di deflessione	Indica il colore della traccia e la persistenza	indica il diametro dello schermo	Indica la serie di costruzione
D = deviazione elettrostatica doppia M = deviazione elettromagnetica doppia S = deviazione elettrostatica in una direzione ed elettromagnetica nell'altra direzione	B = traccia bleu G = traccia verde N = Traccia a lunga persistenza R = traccia a lunghissima persistenza W = traccia bianca	Il numero esprime il diametro in centimetri	(Vedi testo)

22

2. 2) IL TUBO A RAGGI CATODICI.

(21) Il tubo da noi usato è il tipo PHILIPS DG7-6 di cui il disegno indica le dimensioni di ingombro.

(22) Già che siamo in argomento chiariremo subito che la sigla distintiva dei tubi a raggi catodici adottata dalla casa costruttrice « PHILIPS » è quella riportata nella tabella.

Riferendoci al tipo da noi usato, DG7-6, possiamo subito ricavarne le caratteristiche di massima, ossia: la prima lettera, **D,** permette di stabilire che il tubo prevede la deflessione elettrostatica su ambedue le coppie di placchette (verticali ed orizzontali), vale a dire che per provocare lo spostamento del pennello di raggi catodici, e quindi della traccia sullo schermo, bisogna applicare opportunamente alle placchette una certa tensione (mentre nel caso della deviazione elettromagnetica lo spostamento della traccia si ottiene mediante il campo magnetico prodotto da una bobina attraversata dalla corrente, od anche per mezzo di un magnete permanente, o « calamita ».

La seconda lettera, **G,** ci dice che in questo tubo il colore della traccia è verde; invero tutti gli oscilloscopi adoperati per l'osservazione diretta di una forma d'onda qualsiasi usano un tubo a traccia verde, perchè più chiaramente visibile. I tubi a traccia bleu sono adoperati invece quando si vuole **fotografare** il fenomeno rappresentato sullo schermo, dato che questo colore impressiona la lastra fotografica meglio del verde. Le traccie a lunga e lunghissima persistenza sono utili per applicazioni particolari che a noi non interèssano; infine i tubi a traccia bianca si adoperano in televisione.

Il numero che viene dopo la seconda lettera indica semplicemente il diametro dello schermo in centimetri, quindi il nostro tubo è da 7 cm.

L'ultima cifra, separata mediante un trattino od una sbarretta dalla 'siglia vera e propria, indica soltanto il numero di serie (nel nostro caso il tubo appartiene dunque alla 6ª serie) e sta a significare che un determinato tubo appartiene, rispetto ad analoghi dello stesso tipo, ad una serie più o meno recente che prevede piccole varianti o perfezionamenti confronto una serie precedente, per quanto le caratteristiche generali debbano considerarsi immutate.

Caratteristiche elettriche del tubo tipo DG 7/6						
Filamento Riscaldamento indiretto		tensione massima sul 2° Anodo Va_2	tensione massima sul 1° Anodo Va_1	Tensione di griglia interdizione Vg	Sensibilità m/m Volt	
V_f	I_f				VERT. N_1	ORIZZ. N_2
6,3 Volt	0,4 Amp.	800 Volt	200÷300 Volt	-50 Volt	0,26	0,16

23

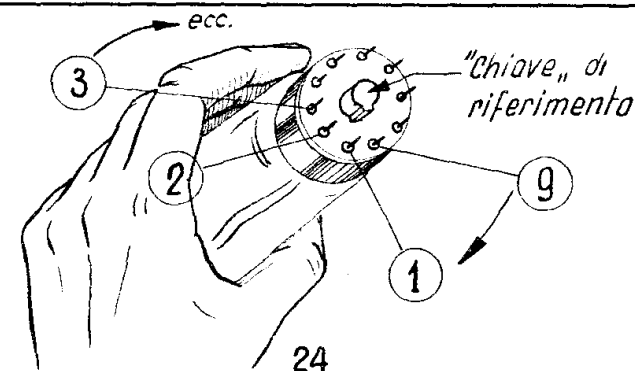
24

(23) Questa tabellina contiene le principali caratteristiche elettriche del tubo DG7-6, a proposito delle quali è bene precisare quanto segue:

tensione di filamento. Il valore di 6,3 V deve essere ovviamente rispettato, pur ammettendo una tolleranza massima intorno al + 5% della tensione nominale. Comunque il lettore tenga presente che se la tensione supera il valore prescritto la vita del tubo verrà ad essere abbreviata perchè il catodo si esaurisce più presto, a parte il fatto che se la sovratensione è eccessiva potrà verificarsi la messa fuori uso del tubo causa la bruciatura del filamento. Qualora invece la tensione d'accensione fosse troppo scarsa, la traccia apparirebbe poco luminosa.

tensione del 2° Anodo (A_2). Il valore elencanto (800 V) è il massimo consigliato dal costruttore; nel nostro oscilloscopio ci siamo mantenuti su circa 650 Volt, per ragioni di economia nel costo dell'alimentatore, ottenendo lo stesso dei buoni risultati.

Potremo dire al riguardo che alimentando questo **anodo acceleratore** con 800 Volt si otterrebbe una traccia più luminosa e più netta perchè i raggi catodici colpirebbero lo schermo più energicamente.

tensione del 1° Anodo (A_1). Questa tensione è variabile durante il funzionamento, a seconda della posizione del potenziometro che regola il **« fuoco »**. Il 1° Anodo prende infatti il nome di elettrodo **focalizzatore,** o anodo di **concentrazione.**

tensione negativa della griglia controllo (G). E' anch'essa variabile perchè dipende dalla posizione del controllo di **luminosità.** Il valore indicato di — 50 Volt esprime il potenziale negativo occorrente per interdire il pennello elettronico, ossia per « spegnere » la traccia; ad ogni modo si tenga presente **che in nessun caso** si dovrà far diventare **positiva** la griglia.

Sensibilità N_1 ed N_2. Questi dati indicano la misura dello spostamento della traccia sullo schermo, **in millimetri,** per ogni Volt applicato sulle placchette verticali (N_1) ed orizzontali (N_2). Per il tubo DG7-6 ad esempio, limitandoci a considerare le placchette verticali (D_1 e D'_1), avremo una deviazione verticale della traccia di 0,26 mm quando alle placchette corrispondenti sia applicata la tensione di 1V, oppure di 26 mm applicando 100 V, di 13 mm. applicando 50 Volt, ecc.

Torneremo di seguito su questo argomento, allorchè sarà trattato l'impiego dell'oscilloscopio.

(24) Per stabilire la posizione degli elettrodi sullo zoccolo si procede regolandosi come nel caso di una normale valvola, cioè:

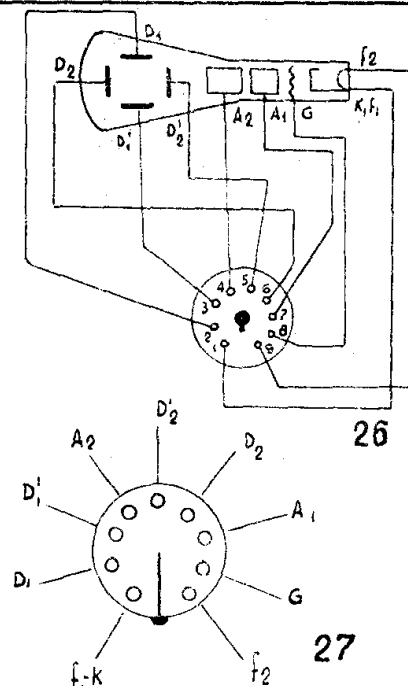
si afferra il tubo rivolgendo i piedini verso il volto dell'osservatore, con lo zoccolo orientato in modo che la « chiave » di riferimento del piolo centrale sia diretta in basso. Il piedino n. 1 è il primo a sinistra della chiave, poi viene il piedino n. 2 ecc. fino al piedino n. 9 che è l'ultimo, a destra della chiave.

N° del Piedino	Elettrodo corrispondente
1	Filamento e catodo (f_1 e K)
2	1ª placchetta di deviazione verticale (D_1)
3	2ª placchetta di deviazione verticale (D'_1)
4	2° Anodo (A_2)
5	2ª placchetta di deviazione orizzontale (D'_2)
6	1ª placchetta di deviazione orizzontale (D_2)
7	1° Anodo (A_1)
8	griglia - controllo
9	filamento (f_2)

25

26

27

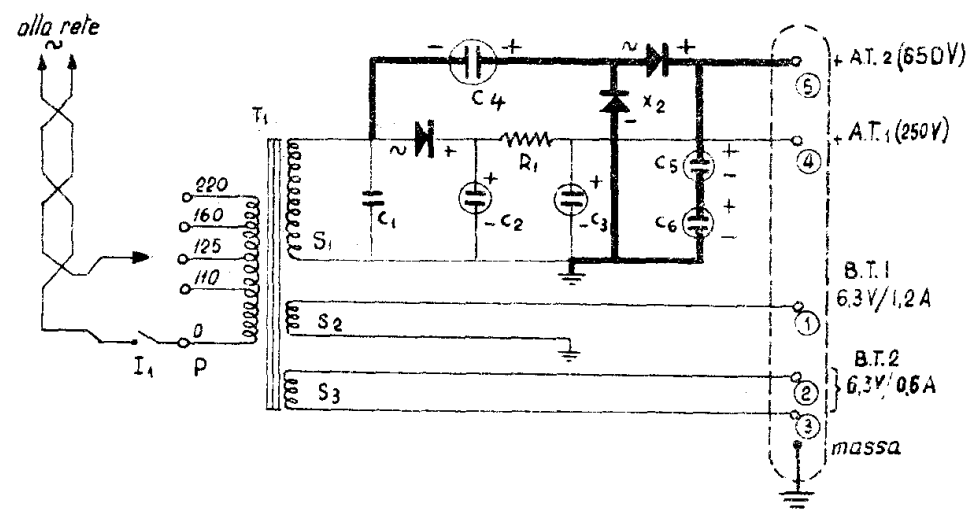
28

(25) L'esatta corrispondenza tra il numero d'ordine dei piedini e l'elettrodo è dettagliata in questa tabella; ...

(26) ... a buon conto ripetiamo la rappresentazione traducendo la tabellina medesima in disegno, affinchè non sorgano dubbi di sorta; ...

(27) ... ed ecco finalmente il simbolo più semplice per indicare i dati in questione.

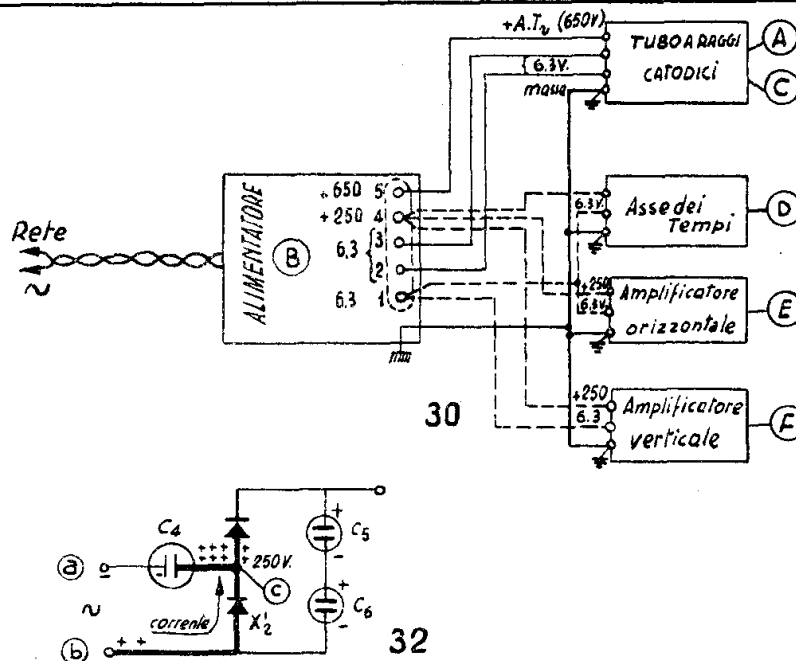
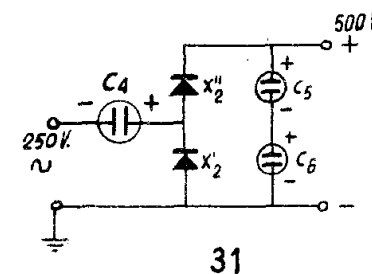
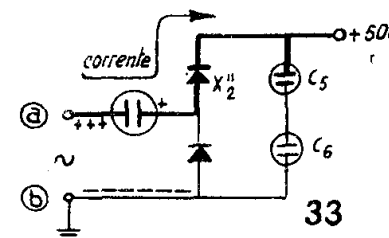
2. 3) L'ALIMENTATORE.

(28) Questo è lo schema completo dell'alimentatore dell'oscilloscopio, il quale fornisce: due tensioni B.T. a 6,3 Volt per l'accensione dei filamenti delle valvole (B.T.$_1$) e, separatamente del tubo catodico (B.T.$_2$); un'alta tensione adatta per l'alimentazione anodica delle valvole (A.T.$_1$ = 250 Volt, 30 mA) ed un'alta tensione per il tubo (AT$_2$ = 650 Volt circa, 10 mA).

Osservando lo schema con uno' di attenzione si nota che tutta la parte che fornisce le tensioni B.T.$_1$, B.T.$_2$ ed A.T.$_1$ (linee a tratto più sottile) è perfettamente identica a quella dell'alimentatore già da noi descritto nel **Fascicolo W2** di questa stessa **Collana editoriale,** eppertanto non ci ripeteremo.

Le linee a tratto più marcato rappresentano la parte da aggiungere, senza che si debba apportare dunque alcuna modifica al circuito già montato. Tale completamento consiste nell'inclusione di un secondo raddrizzatore al selenio (X_2) duplicatore di tensione, alimentato dal secondario S_1 a 250 V c.a., attraverso il condensatore elettrolitico C_4, ed infine dei due condensatori di filtro C_5 e C_6, che sono dei normali elettrolitici a secco montati in serie per dimezzare la tensione di lavoro di ciascuno di essi.

Si osservi anche la presenza, su un capo del primario, di un interruttore di rete I_1 che funziona da interruttore generale. Il comando di tale organo è abbinato a quello del potenziometro regolatore della **LUMINOSITA'.**

Simbolo	Denominazione
T_1	Trasformatore d'alimentazione Primario 110-125-160-220 Volt. Secondario S_1 = 250 Volt. — 0.03 A S_2 = 6.3 " — 1.2 " S_3 = " " — 0.6 "
R_1	Resistenza chimica 2.000 ohm / 3 Watt.
C_1	Condensatore a carta tubolare 0.05 μF.
$C_2.C_3.C_5.C_6$	Condensatori elettrolitici a secco 8 μF/500 V.
C 4	Condensatore elettrolitico 32 μF 300 V
X_1	Raddrizzatore al selenio 260 V./0.03 A
X_2	" " 2×280 V./0.01 A

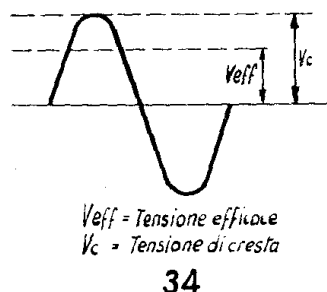
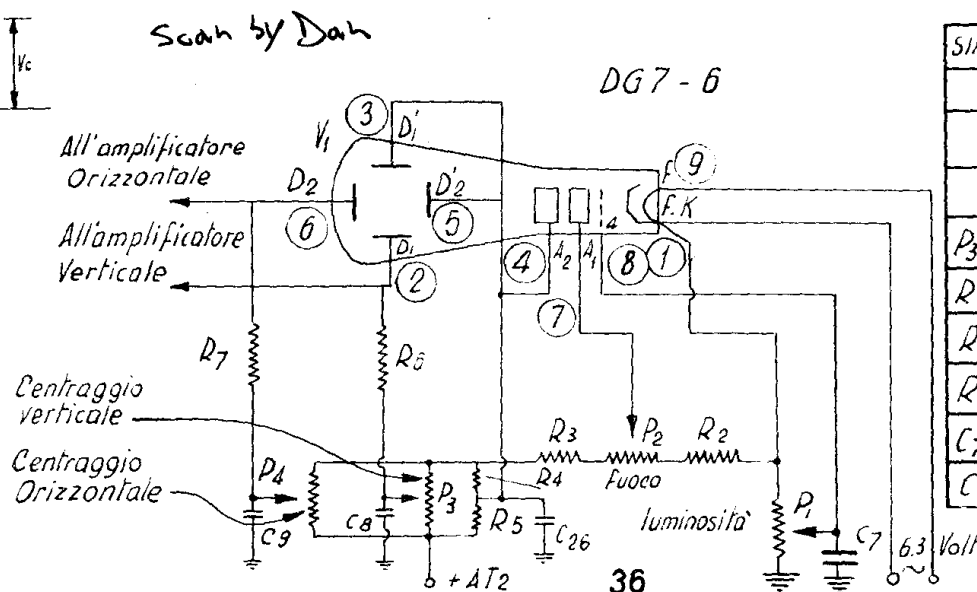
29

(29) La tabella specifica i valori dei componenti usati per la costruzione dell'alimentatore.

(30) Questo schema a blocchi illustra chiaramente come vengono distribuite ai diversi stadi dell'oscilloscopio le varie tensioni fornite dall'alimentatore.

(31) Il funzionamento del circuito duplicatore di tensione, che rappresentiamo in dettaglio (trascurando l'altra parte dell'alimentatore), può essere descritto per sommi capi come segue: ...

(32) ... durante il periodo in cui l'alternanza della tensione d'ingresso [punti (a), (b)] è tale per cui sul punto (b) perviene il semiperiodo positivo, si ha un passaggio di corrente attraverso il 1° raddizzatore (X'_2), pertanto sull'armatura destra del condensatore C_4 [punto (c)] compariranno delle cariche elettriche positive. Il punto (c) si trova dunque ad un potenziale eguale a quello della tensione d'ingresso (nel nostro caso 250 Volt), meno la caduta di tensione interna del raddrizzatore, che può esseer trascurata, perchè ammonta a pochi Volt.

(33) Allorchè l'alternanza si inverte, il punto (a) diventa positivo e mentre non può verificarsi alcun passaggio di corrente attraverso il primo raddrizzatore, sul secondo raddrizzatore (X''_2) verrà applicata una tensione che è la somma di quella attuale d'ingresso più quella precedentemente sviluppatasi nel punto (c) in seguito alla carica del condensatore C_4. Praticamente avremo dunque un potenziale di 250 + 250 = 500 Volt sull'armatura positiva del condensatore C_5. Il ciclo suesposto si ripete quindi seguendo la cadenza alternativa della tensione aplicata fra (a) e (b).

NOTA: Parlando dell'alta tensione c.c. all'uscita dell'alimentatore abbiamo dato i valori AT_1 = 250 Volt ed AT_2 = 500 Volt; in pratica, se si misurano mediante un adatto strumento le suddette tensioni si riscontrano dei valori più elevati (ad es. AT_1 = 280 Volt ed AT_2 = 650 ÷ 700 Volt circa).

SIMBOLO	DENOMINAZIONE
V_1	Tubo a raggi catodici PHILIPS DG7-6
P_1	Potenziometro lineare da 50000 Ω con interruttore -
P_2	Potenziometro lineare da 500000 Ω
P_3 - P_4	Potenziometri lineari da 2 M Ω
R_2 - R_3	Resistenze fisse da 250.000 Ω 0,25 ÷ 0,5 Watt
R_4 - R_5	Resistenze fisse da 500.000 Ω / 0,25 ÷ 0,5 Watt
R_6 - R_7	Resistenze fisse da 2 M Ω / 0,25 ÷ 0,5 Watt
C_7 - C_{26}	Condensatori Tubolari a carta da 0,1 μF
C_8 - C_9	Condensatori Tubolari a carta da 25.000 μμF

37

La ragione della differenza che corre tra quelli che dovrebbero essere i valori nominali ed voltaggi effettivamente ottenuti risiede nel fatto che i condensatori elettrolitici di filtraggio tendono **teoricamente** a caricarsi al valore di **cresta** della tensione pulsante rettificata, la quale è maggiore della tensione **efficace**.

(34-35) Ricordiamo, incidentalmente, che in una corrente alternata la tensione di cresta (detta anche di **punta**) è eguale a quella efficace moltiplicata per la costante $\sqrt{2}$ ($\sqrt{2}$ = = 1,414). I normali voltmetri per c.a. misurano appunto la tensione efficace.

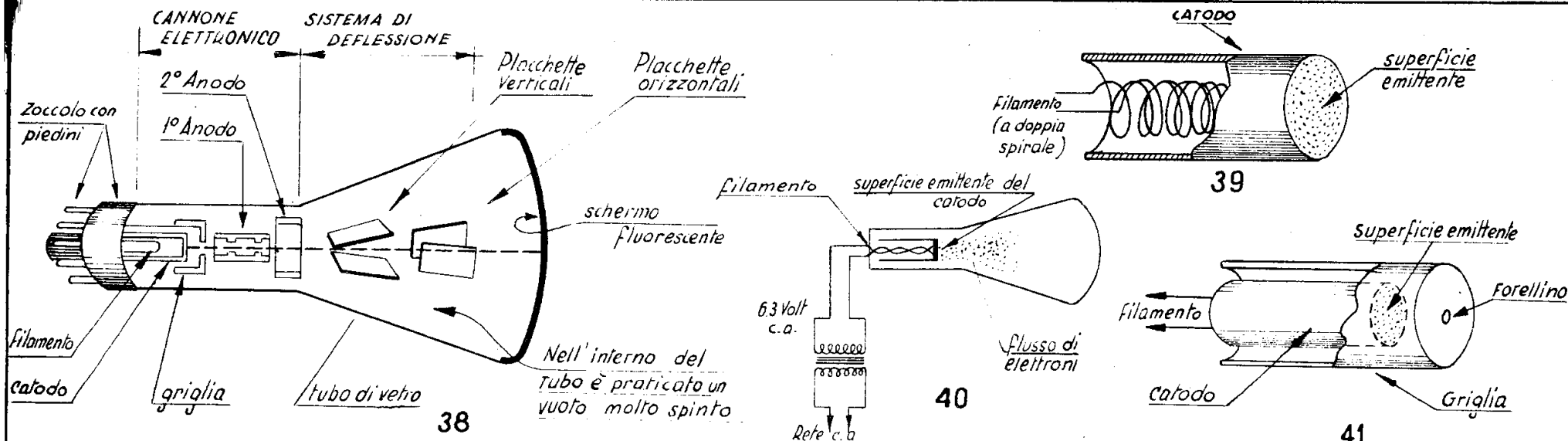
Così ad esempio, se una tensione ha il valore efficace di 250 Volt, il suo valore di cresta sarà: 250 × 1,414 = = 353,5 Volt.

Poichè tuttavia non è questa la sede per una analisi più esauriente di tale questione (che ci porterebbe fuori argomento), dovremo accontentarci del cenno sommario dato sopra.

Nel corso del testo denomineremo le due tensioni A.T. fornite dal nostro alimentatore con le abbreviazioni AT_1 ed AT_2, indipendentemente dall'esatto valore ciascuna di esse (dell'ordine rispettivamente di 280 Volt e 650 ÷ 680 Volt. c.c.), così da evitare ogni incertezza.

2. 4) CIRCUITI DEL TUBO A RAGGI CATODICI.

(36) La figura rappresenta lo schema elettrico completo di questo circuito, composto sostanzialmente da un gruppo di resistenze — in parte di valore fisso ed altre variabili — che determinano le condizioni generali di funzionamento del tubo. I condensatori fissi servono esclusivamente per « disaccoppiare » alcuni circuiti, ossia per disperdere verso massa gli eventuali segnali indesiderati a corrente alternativa (o comunque variabile) che, se raggiungessero certi elettrodi, disturberebbero il funzionamento del tubo. Tali condensatori vengono anche detti di « fuga ».

(37) La tabellina specifica i valori dei singoli componenti da usare.

(38) Dovendo esaminare in modo abbastanza esauriente il funzionamento di questa parte dell'oscilloscopio, così da diventare padroni, è opportuno acquistare una maggiore confidenza con i tubi a raggi catodici, di cui la figura mostra appunto, in sezione, l'aspetto costruttivo e la disposizione interna degli elettrodi.

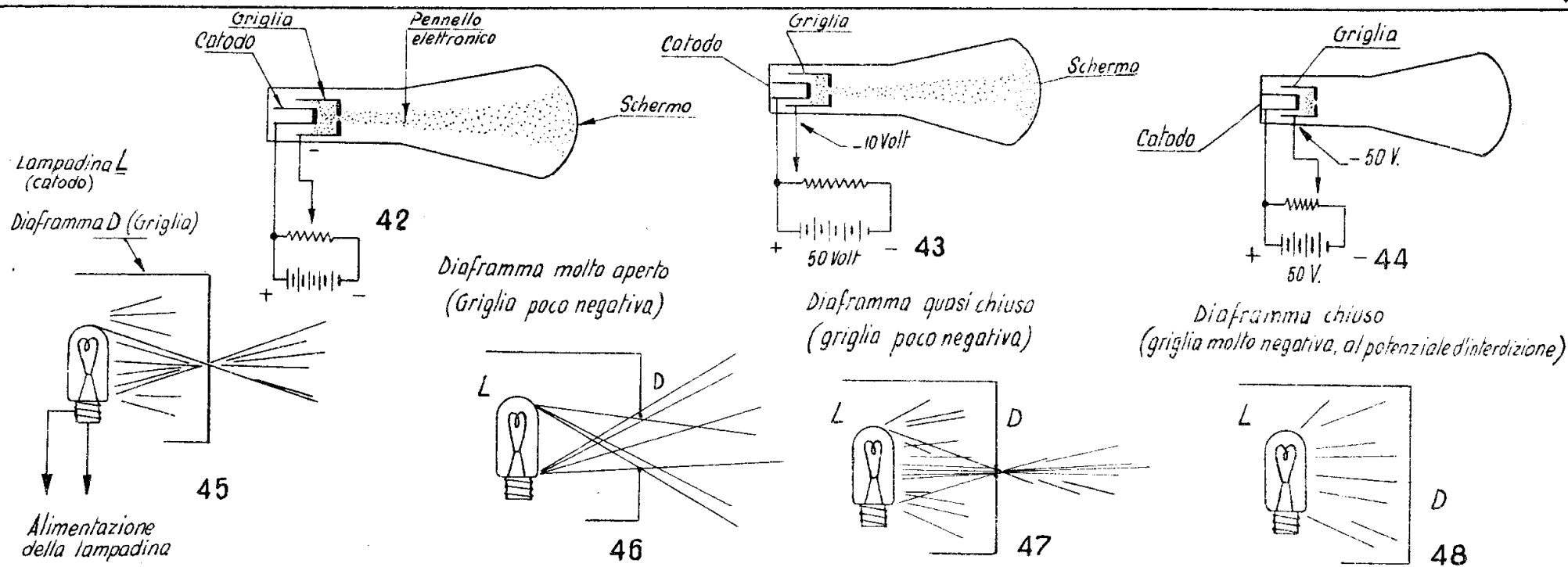
Questi ultimi si possono così raggruppare: elettrodi del **cannone elettronico** ed elettrodi del **sistema di deflessione.**
Il cannone elettronico (detto anche fucile elettronico) provvede alla generazione di un sottilissimo fascetto di elettroni (o **raggi catodici**), detto **pennello elettronico,** ed a dirigerlo contro lo schermo fluorescente del tubo che si illumina nel punto colpito.
Il sistema di deflessione devìa, in modo opportuno, la traiettoria del pennello elettronico, cosicchè la traccia luminosa sullo schermo si muove riproducendo l'andamento del fenomeno da osservare.

a) **Il catodo.**

(39) La sorgente di elettroni è rappresentata dal **catodo,** a riscaldamento indiretto. Tale elettrodo, di nichel, ha la forma di un cilindretto con una base chiusa e l'altra aperta; il suo diametro è di 3,5 ÷ 4 mm e la lunghezza è 12 ÷ 13 mm. Sulla testa del cilindro è depositato uno strato di ossido di bario e stronzio che prende il nome di **superficie emittente;** nell'interno è montato il filamento, costituito da un sottile filo di tungsteno a doppia spirale.

(40) Se colleghiamo il filamento ad una appropriata sorgente di alimentazione (per lo più 6,3 Volt c.a.), la corrente che in esso scorre gli fa raggiungere una temperatura di 700 ÷ 800 C°, arroventandolo, e poichè il filamento è vicinissimo al catodo trasferisce su quest'ultimo il calore sviluppato. A sua volta la superficie emittente, fortemente riscaldata, emette un copioso, ma disordinato, flusso di elettroni, per controllare il quale è previsto un apposito elettrodo: **la griglia.**

b) **La griglia - controllo.**

(41) La griglia - controllo è un cilindretto, anche esso di nichel, e presenta proprio in corrispondenza della superficie emittente un foro piccolissimo attraverso cui (e solo per esso), gli elettroni emessi dal catodo possono sfuggire all'esterno.

(42) La griglia ha dunque la funzione di controllare la quantità di elettroni che passono per il foro; questo scopo si ottiene applicando su tale elettrodo un potenziale negativo che, in pratica, viene reso regolabile mediante un potenziometro, cosicchè l'effetto di controllo può essere graduato secondo le necessità.

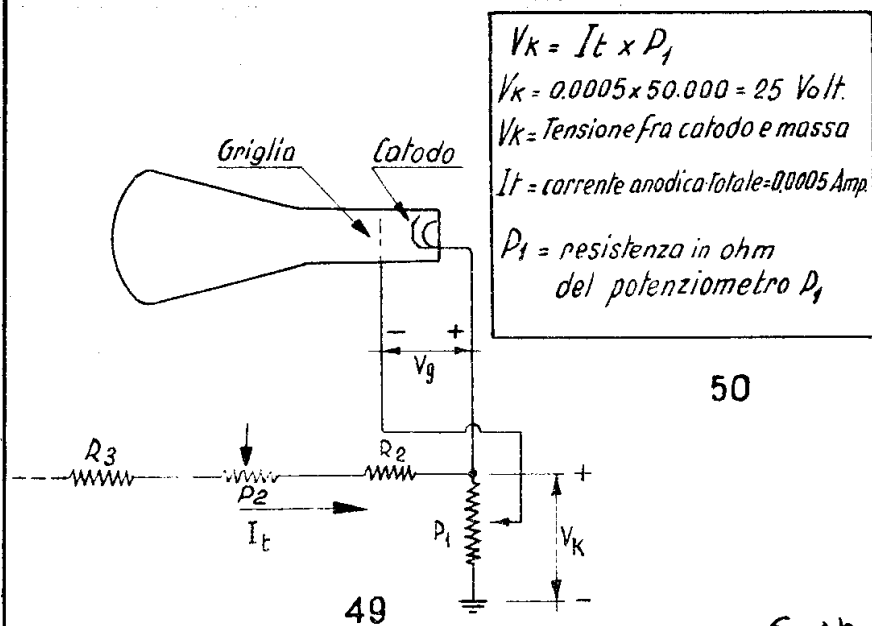
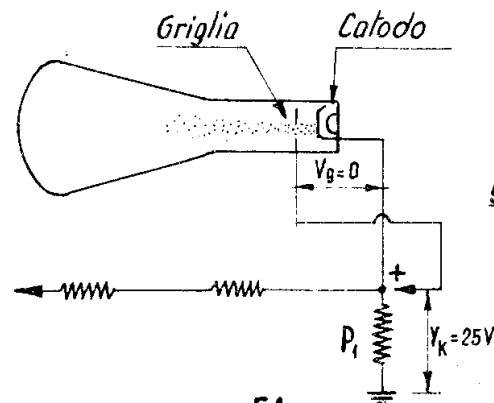
(43) E' chiaro infatti che se la griglia è poco negativa rispetto al catodo, la sua azione di repulsione sugli elettrodi (i quali, ricordiamocelo, sono granuli di elettricità « negativa ») sarà limitata, eppertanto la maggior parte di essi riuscirà ad oltrepassare il forellino.

(44) Ma se applichiamo all'elettrodo di controllo una tensione molto negativa, potremo intercettare completamente il flusso di elettroni impedendo loro di oltrepassare il foro della griglia. Sotto tali condizioni, benchè il tubo a raggi catodici sia funzionante, lo schermo rimane oscuro in quanto nessun elettrone risce a colpire lo strato fluorescente. In questo caso diremo che la griglia è al **potenziale di interdizione.**

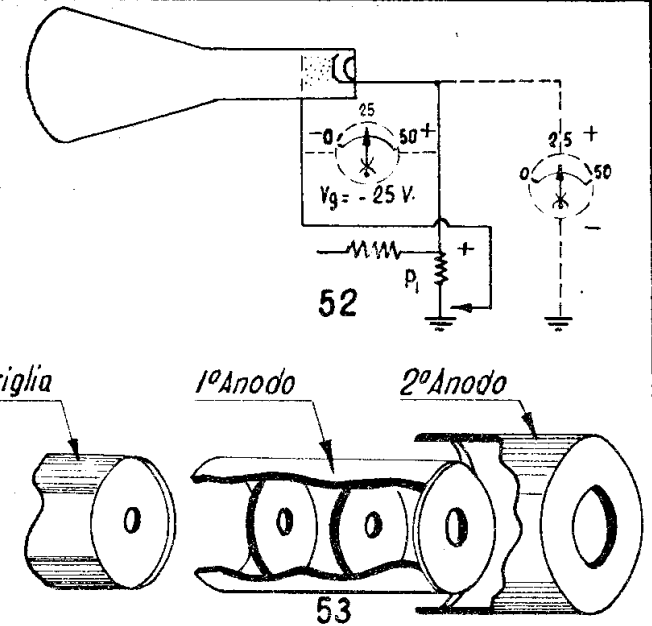
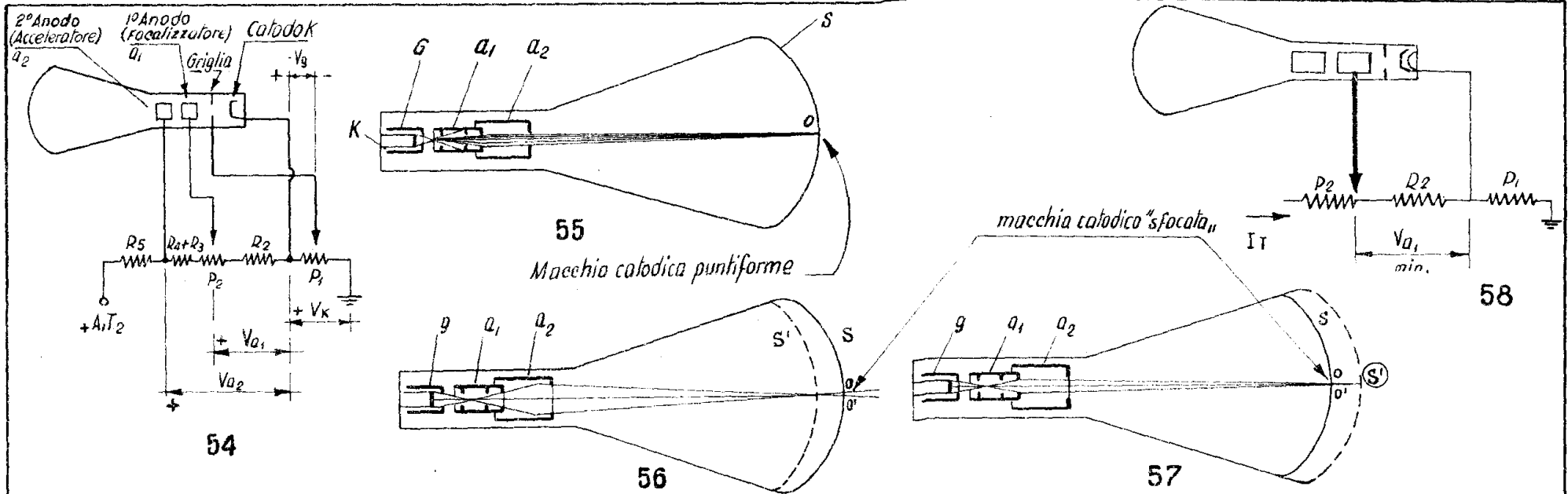
(45) Il funzionamento di questa parte del tubo catodico può essere meglio compreso stabilendo una analogia con un sistema ottico in cui al posto del catodo si abbia una lampadina L (generatrice di un flusso di raggi luminosi), ed in luogo della griglia - controllo uno schermo forato o diaframma, dove il diametro del foro sia regolabile a volontà.

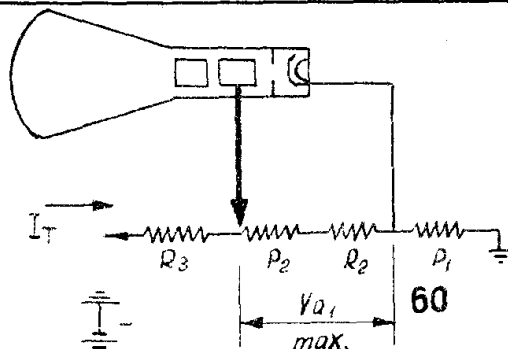
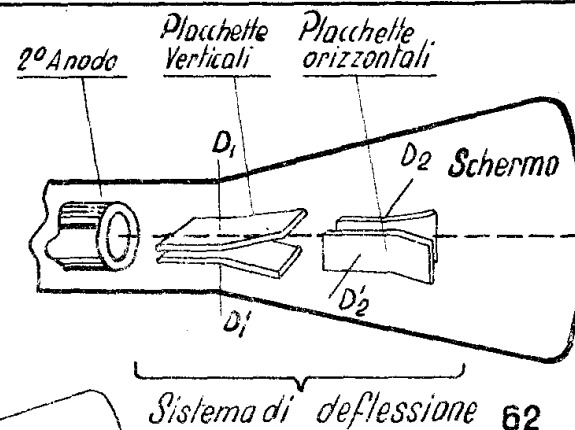
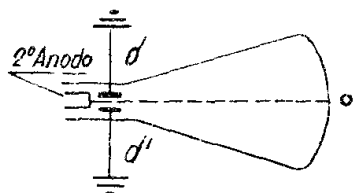
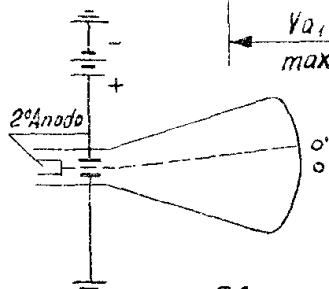
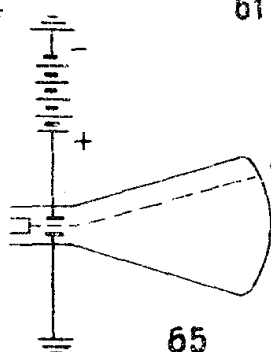
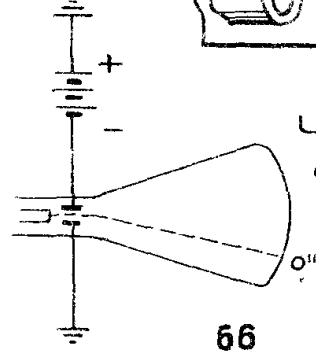
(46) Se l'apertura del diaframma è notevole (caso della griglia poco negativa fig. 43), attraverso il foro dello schermo passa un grosso fascio di raggi luminosi; ...

(47) ... riducendo l'apertura del diaframma (griglia resa più negativa, fig. 42), una parte dei raggi luminosi viene intercettata; ...

(48) Infine, otturando lo schermo completamente (griglia all'interdizione), i raggi luminosi non possono più propagarsi all'esterno.

(49) ... Nel nostro oscilloscopio, la tensione negativa variabile (**— Vg**) da applicare alla griglia controllo del tubo (che serve per controllare la **luminosità** della traccia) viene ricavata per mezzo del semplice circuito rappresentato nella figura (confronta con la fig. 36), il cui funzionamento può essere spiegato, in breve, nel modo seguente:
Il catodo è collegato all'estremo del potenziometro P_1 da 50.000 Ω, attraverso il quale passa tutta la corrente anodica I_t assorbita dal tubo e dal partitore di tensione che è dell'ordine di 500 microampere (500μ A = 0,5 mA = 0,0005 A). (Il solo tubo assorbe una corrente max di non oltre 100μ A).
(50) Pertanto la caduta di tensione prodotta da questa resistenza, facilmente calcolabile mediante la legge di Ohm, è di circa 25 Volt. Ciò significa che il catodo durante il funzionamento del tubo si trova ad un potenziale fisso di + 25 V circa.
La tensione di griglia **Vg**, misurata **rispetto al catodo**, dipende dalla posizione del contatto strisciante sulla resistenza P_1 e può assumere tutti i valori compresi fra lo zero e — 25 Volt.

(51) Infatti, quando il cursore si trova in alto la differenza di potenziale fra i due elettrodi è zero in quanto è come se fossero collegati assieme sullo stesso estremo di P_1; ...
(52) ... Spostando il cursore sull'estremo a massa, tra **catodo** e griglia si crea la differenza di potenziale di circa 25 Volt, e poichè il catodo è positivo, la griglia evidentemente sarà **negativa.** Alle posizioni intermedie del cursore, corrisponderanno ovviamente dei valori intermedi entro i limiti sopra-riportati.

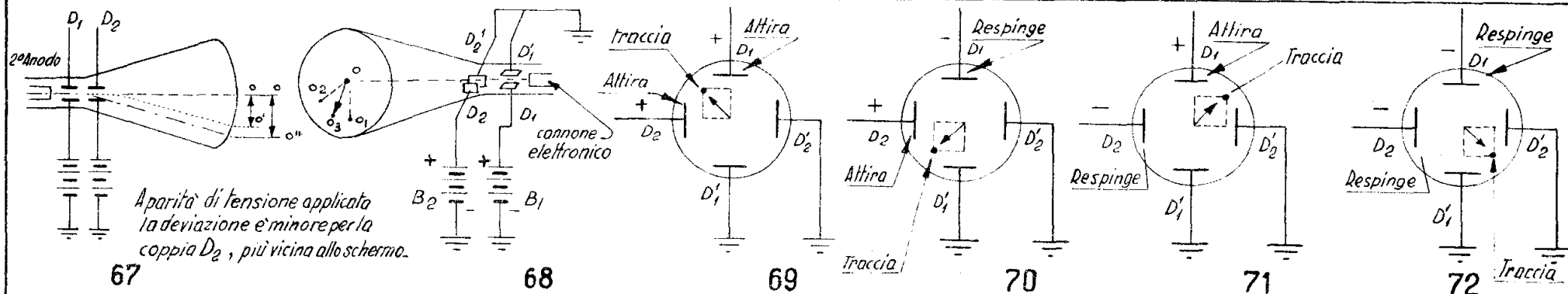
c) **Primo e Secondo Anodo.**

(53) Immediatamente dopo la griglia si trova **l'elettrodo focalizzatore,** o 1° anodo, che ha forma cilindrica e contiene all'interno due od anche tre schermi forati, perfettamente allineati col foro della griglia. Infine viene il 2° anodo, altrimenti detto **acceleratore.**
Il **cannone elettronico** è costituito appunto da tutti gli elettrodi fin qui considerati: filamento, catodo, griglia controllo, 1° e 2° anodo.

(54) Dal punto di vista elettrico gli anodi in questione vanno collegati al circuito di alimentazione in modo che tra catodo ed anodo acceleratore (A_2) esista la massima differenza di potenziale, cosicchè gli elettroni, attirati energicamente, possono arrivare a colpire lo schermo del tubo con energia sufficiente per eccitarne la fluorescenza. Il 1° anodo viene fatto lavorare invece ad una tensione (peraltro regolabile) che è grosso modo 1/3 di quella applicata sul 2° anodo.
(55) I dischi forati che sono montati sull'anodo focalizzatore hanno la funzione di restringere il pennello elettronico intercettando quei raggi catodici la cui traiettoria tenda ad allontanarsi dall'asse del fascetto di elettroni; ma questa sola precauzione non sarebbe sufficiente per garantire la nitidezza della traccia sullo schermo **s** del tubo che può essere ottenuta soltanto a patto di concentrare gli elettroni esattamente sullo schermo medesimo, (punto O) ...
(56-57) ... e non prima, né dopo (punti S') poichè in entrambi questi casi la macchina catodica in luogo di essere puntiforme (e quindi nitida), apparirebbe di dimensioni più o meno maggiori del necessario (segmento o - o') col risultato d'una traccia a contorni sfumati o, come suol dirsi, **« sfocata »**. Nelle figure 56 e 57 ad esempio, per avere una « focalizzazione » regolare, lo schermo dovrebbe trovarsi rispettivamente nelle posizioni rappresentate dalla linea tratteggiata (s'). Poichè in pratica la posizione dello schermo è fissa rispetto gli elettrodi del cannone elettronico, si regola nel modo desiderato la posizione del punto di concentrazione dei raggi catodici variando la tensione del 1° anodo, ciò che ha per effetto di variare la « curvatura » della lente elettrostatica formata dal 1° e dal 2° anodo.
(58) Volendo stimare con buona approssimazione entro quali limiti può variare la tensione sull'anodo facalizzatore del nostro oscilloscopio, si applica la legge di Ohm al circuito partitore di tensione del tubo, del quale si conoscono sia l'intensità della corrente che lo percorre (I_t = 0,0005 A circa) sia i valori delle resistenze componenti.

Scan by Dan

La tensione minima si ha evidentemente quando il cursore del potenziometro P_2 è tutto a destra, verso la resistenza R_2;...
(59) ... in questo caso infatti è inclusa solo la resistenza R_2 (misurando la tensione rispetto al catodo), pertanto la corrispondente tensione è dell'ordine di 125 Volt circa.
(60) Quando il cursore di P_2 è spostato a sinistra, sull'altro estremo, si ha il potenziale massimo ...
(61) ... perchè adesso oltre la resistenza R_2 è inclusa anche tutta quella del potenziometro regolatore di « **FUOCO** » (P_2); la tensione risultante è di circa 375 Volt.
Se il curosore viene portato su delle posizioni intermedie, anche la tensione sul 1° anodo assumerà un valore compreso entro gli estremi calcolati sopra, ossia fra 125 e 375 Volt.

d) **Sistema di deflessione.**

(62) Il sistema di deflessione è costituito da due coppie di placchette montate davanti al 2° anodo, prima quella di deviazione verticale e poi, perpendicolari a quest'ultime, la coppia di placchette di deviazione orizzontale.
(63) Il funzionamento del sistema di deflessione è abbastanza semplice. Consideriamo per comodità una sola coppia di placchette d, d' e supponiamo che si trovino ambedue allo stesso potenziale, ciò che potremmo ottenere collegandole a massa.
In tali condizioni il pennello elettronico percorre una traiettoria rettilinea e va a colpire lo schermo nel punto centrale O, che si illumina.
(64) Se adesso applichiamo ad una delle placchette una tensione positiva, in virtù della forza di attrazione che si esercita fra le cariche elettriche di segno contrario il fascetto di raggi catodici (composto di elettroni, i quali possiedono una carica elettrica negativa) verrà attirato verso quella placcheta, pertanto la traiettoria del pennello elettronico si inflette e lo schermo verrà colpito nel punto O': ...
(65) ... provando ad aumentare la tensione positiva, noteremo uno spostamento, o « deviazione » della traccia di entità ancora più rilevante (punto O''), ciò che del resto è logico in quanto la forza di attrazione è accresciuta.
(66) Invertendo la polarità della tensione, vale a dire, applicando un potenziale negativo, il pennello elettronico viene re-

spinto (perchè le cariche elettriche sono ora dello stesso segno), e si inflette dalla parte opposta colpendo lo schermo nel punto O'''.

Le conclusioni che si possono desumere a questo punto, e che interessa di porre in luce, sono due:

1°) Il senso dello spostamento della traccia rispetto ad una posizione centrale di riposo (sopra o sotto, oppure a sinistra od a destra del punto O, fig. 63), dipende dalla polarità della tensione di deflessione applicata sulle placchette;

2°) La misura dello spostamento è in proporzione diretta alla tensione applicata, cioè, a tensione doppia tripla, ecc. corrisponde una deviazione doppia, tripla, ecc.).

Quest'ultimo dato, caratteristico per ogni tipo di tubo a raggi catodici, si chiama **sensibilità** e viene espresso, come abbiamo già avuto occasione di dire, in **millimetri** di deviazione per **ogni Volt** di tensione (abbreviato: m.m/V).

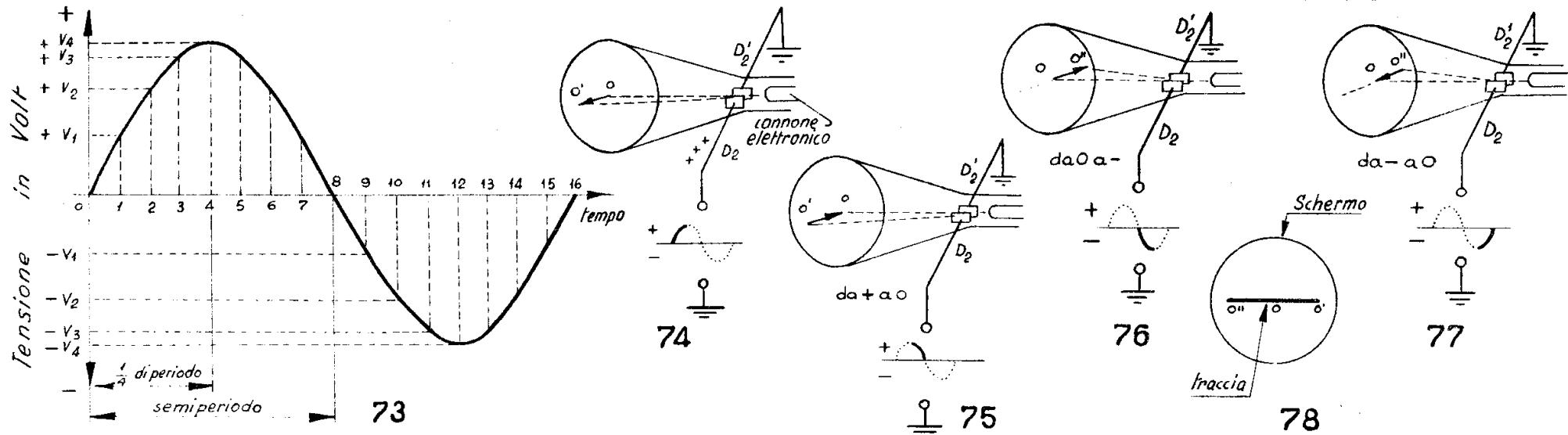
(67) La sensibilità del tubo DG7/6 è di 0,26 mm/V per le placchette verticali e di 0,16 m/mV per quelle orizzontali, come dire che applicando 100 Volt sulle placchette verticali la macchia catodica si sposta sulo schermo del tubo di 26 m/m rispetto alla posizione di riposo; invece la medesima tensione, impressa sulle placchette orizzontali, fa deviare la traccia di 16 m/m.

La minore sensibilità delle placchette orizzontali dipende dal fatto che esse, costruttivamente, sono più vicine allo schermo e di conseguenza, come mostra la figura, un medesimo valore della tensione applicata alle coppie D_1 e D_2 provoca una differente deflessione del pennello elettronico (rispettivamente o — o' ed o — o'').

(68) Affinchè la traccia possa colpire un punto qualsiasi dello schermo occorre applicare una tensione su ciascuna coppia di placchette: l'esatta posizione della macchia catodica dipenderà e dal voltaggio e dalla polarità della tensione stessa.

Nella figura ad esempio abbiamo collegato a massa (potenziale zero) una placchetta orizzontale **D'_2** ed una verticale **D''_1**; le altre due placchette, D_2 e D_1 sono connese invece al positivo di due batterie B_2, B_1.

Supponendo che la placchetta D_2 sia momentaneamente distaccata, è evidente che la traccia si sposterebbe verso il punto O_1 perchè la placchetta D_1, positiva, fa deviare il pennello elettronico in basso. Se adesso distacchiamo la placchetta D_1 e colleghiamo quella D_2 alla batteria B_2, la traccia si porta sul punto O_2 in forza dell'attrazione di D_2. Nel caso che le placchette di deviazione D_1 e D_2 vengano collegate **contemporaneamente** ai morsetti positivi delle batterie B_1 e B_2, l'azione combinata farà spostare la traccia da 0 ad 0_3, che è quanto volevano mettere in evidenza.

(69-70-71-72) Le figure mostrano qualche altro caso, mettendo in evidenza come si sposterebbe il pennello elettronico a seconda della polarità delle tensioni applicate sulle placchette di deviazione.

e) **Riproduzione sullo schermo del tubo della forma del fenomeno da osservare.**

(73) Prendiamo un momento in esame la forma della corrente alternata (sinusoidale) di cui la figura rappresenta un periodo completo.

Nell'istante iniziale **0** la tensione ha il valore zero; poi comincia ad aumentare in senso positivo assumendo via via i valori crescenti $+V_1$, $+V_2$, $+V_3$, ed infine il valore massimo (tensione di punta) nell'istante 4. Indi comincia a diminuire passando per gli stessi valori $+V_3$, $+V_2$, $+V_1$, finchè nell'istante 8 la tensione è nuovamente zero.

Concluso così il semi-periodo positivo, la tensione ripete il suo andamento assumendo man mano tutti i valori $-V_1$, $-V_2$, $-V_3$, $-V_4$ **negativi,** poi diventa sempre meno negativa e ritorna a zero nell'istante 16.

Gli altri periodi si ripetono identicamente.

(74) Applichiamo ora questa stessa tensione alternata ad una coppia di placchette di deviazione del tubo, per esempio a quelle orizzontali, D_2, D_2'; in particolare, colleghiamo la placchetta D_2' a massa e quella D_2 alla tensione alternativa.

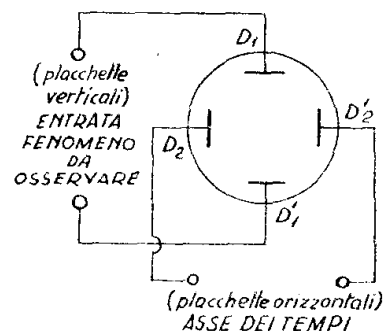
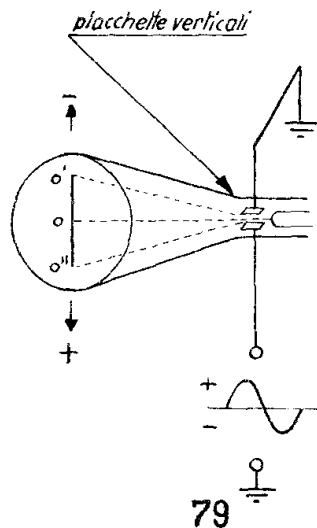
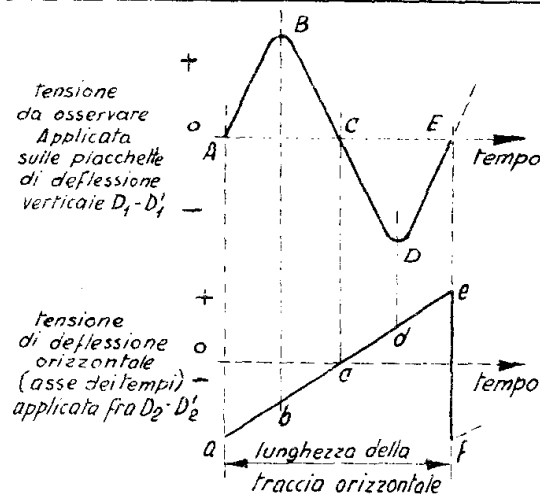
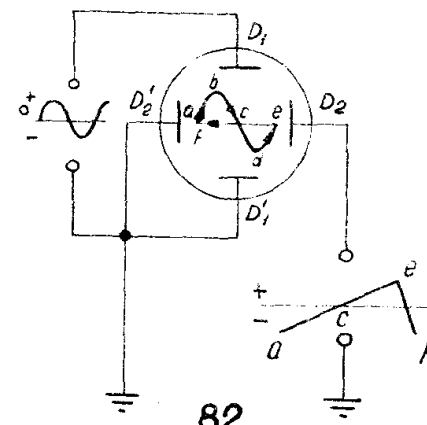
Nell'istante zero, anche la tensione ha valore zero, dunque la traccia si trova al centro dello schermo (punto o). Subito dopo la tensione aumenta, rendendo la placchetta D_2 più positiva di quella D_2', e la traccia si sposta verso sinistra fino a raggiungere il punto o' in corrispondenza del massimo valore positivo della tensione.

(75) Da questo momento la tensione (sempre positiva) decresce sichè il pennello elettronico tende a tornare verso il centro perchè la tensione di deviaziona va scemando. Quando il semiperiodo positivo è terminato, la tensione ha valore zero e la traccia si trova al centro (punto 0).

(76). Appena inizia il semi-periodo negativo, la placchetta D_2 diventa più negativa della D_2' e respinge il pennello elettronico; la traccia pertanto si muove verso la direzione opposta fino al punto 0'' che corrisponde alla tensione di punta negativa.

(77) La quarta fase vede il ritorno della traccia sulla posizione centrale dato che la tensione negativa diminuisce fino al valore zero. Indi il seguito di operazioni descritte si ripete per i periodi successivi.

(78) Poichè il fenomeno è molto rapido, e d'altra parte il pennello elettronico lo segue prontamente in quanto è privo di inerzia, guardando lo schermo di fronte vedremo una traccia orizzontale la cui lunghezza o'-o'' dipende dal valore della tensione di punta applicata.

79

80

81

82

(79) I fenomeni in gioco sarebbero naturalmente gli stessi se la coppia di placchette interessate fosse quella verticale, salvo s'intende che il movimento della traccia avverrebbe in senso verticale.

Se ne deduce quindi che una tensione variabile applicata **ad una coppia** di placchette di deviazione viene rappresentata sullo schermo del tubo catodico da una linea i cui estremi o'-o" corrispondono ai limiti dell'escursione dei valori di tensione. Questa dimensione viene detta anche « **ampiezza** » del segnale.

Dobbiamo comunque vedere in qual modo si possa ottenere sullo schermo, in luogo della riga luminosa, la riproduzione esatta del fenomeno da osservare. (nel nostro caso una **sinusoide**).

(80) dopo quanto è stato detto balzano intantc all'evidenza due condizioni:

1°) che la tensione da osservare va applicata fra le placchette di deviazione verticale;

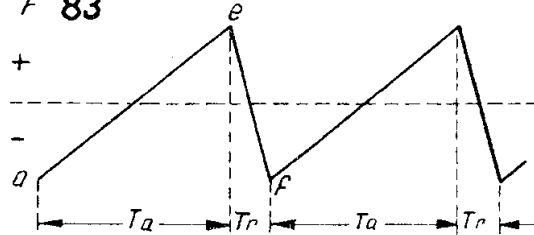
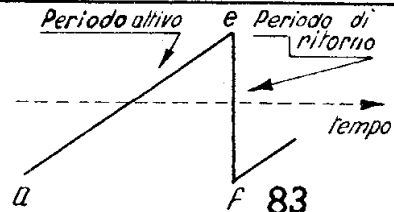
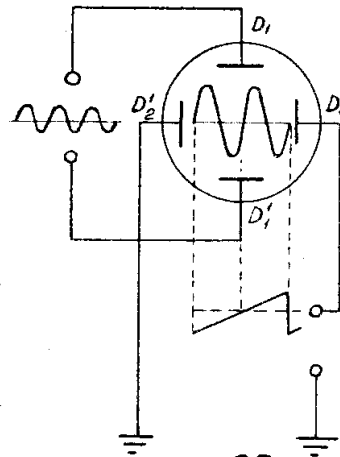
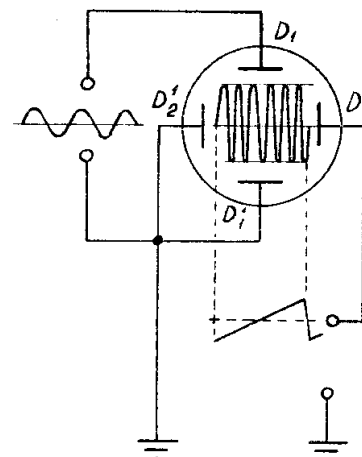
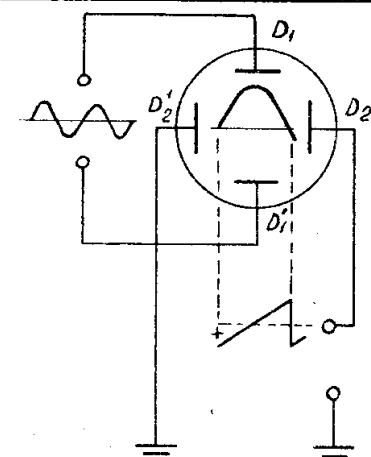
2°) che alle placchette orizzontali bisogna applicare contemporaneamente una tensione variabile in modo tale da produrre lo spostamento della traccia, da sinistra a destra, in « cadenza » (o, come si dice, in **sincronismo**) col fenomeno in esame. Questo segnale di deflessione orizzontale viene detto **ASSE DEI TEMPI**, perché fa spostare orizzontalmente il pennello elettronico in funzione del tempo, vale a dire il movimento completo della traccia da un estremo all'altro viene compiuto in un certo tempo regolabile a volontà entro certi limiti.

(81-82) La risposta al quesito postoci è data dalle figure, osservando le quali con un pò di attenzione si può stabilire come dovrà essere la tensione da applicare sull'asse orizzontale per poter riprodurre la sinusoide sullo schermo.

Inizialmente (punto A) la traccia deve trovarsi tutta a sinistra, dunque la tensione orizzontale sulla placchetta D_2. dev'essere negativa (punto A), affinchè il pennello elettronico venga respinto verso la placchetta D_2'.

Quando la sinusoide ha raggiunto il massimo valore positivo (punto **B**) si è compiuto 1/4 del periodo, e la traccia dovrà risultare anche essa spostata di ¼ dell'escursione orizzontale (punto **b**); la tensione dell'asse dei tempi è sempre negativa, ma il potenziale è naturalmente minore di quello iniziale, per l'esattezza è metà.

Al termine del semiperiodo positivo (punto C) la tensione al-

ternata ha valore zero, mentre la traccia orizzontale deve trovarsi al centro dello schermo; per fare assumere tale posizione al pennello elettronico, come già sappiamo, bisogna che la placchetta D_2 si trovi al medesimo potenziale di quella D_2', e poiché questa è a massa, questo potenziale deve essere di zero volt (punto **c**).

Durante il semiperiodo negativo, le placchette verticali fanno deviare la traccia verso il basso, mentre continua lo spostamento a destra dell'asse dei tempi prodotto questa volta mediante un potenziale positivo sulla placchetta D_2 che attira a destra il pennello elettronico.

Quando tutta la sinusoide è stata tracciata (punto E), perché si possa ricominciare daccapo bisogna che la traccia torni rapidamente a sinistra, al punto iniziale **a**, pertanto la tensione di deflessione orizzontale deve cadere bruscamente dal massimo valore positivo raggiunto (punto **e**) a quello negativo (tratto **e-f** in fig. 81), cosicchè la placchetta D_2 respinge istantaneamente il fascetto di raggi catodici, riportandolo in **a**.

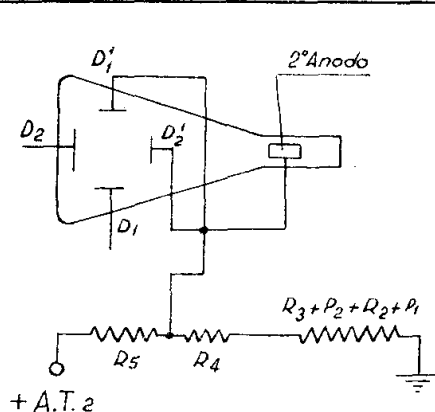
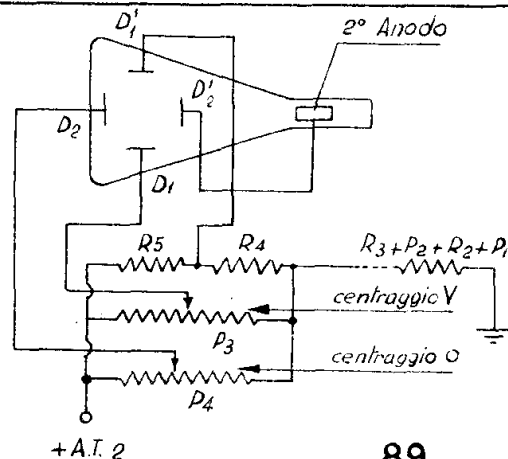
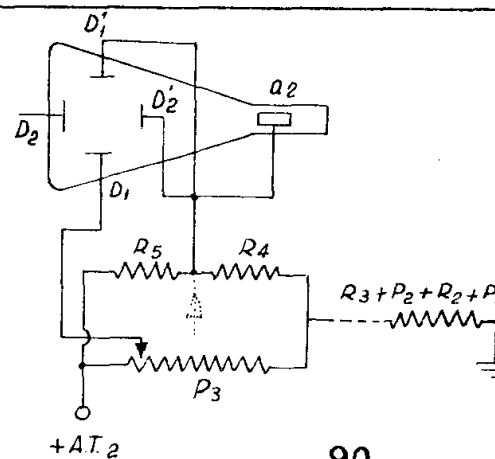
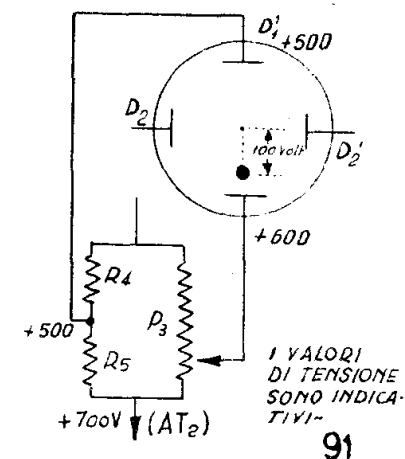
(83) La forma d'onda sull'asse dei tempi dev'essere quindi triangolare, (vedi fig. 5); il tratto di lavoro **a-e** prende il nome di **periodo attivo** e quello **e-f** durante il quale la polarità si inverte bruscamente è detto **periodo di ritorno** perché riporta la traccia sulla posizione iniziale.

(84) In pratica il periodo di ritorno, per quanto **molto** più breve di quello attivo, non è istantaneo, e la vera forma d'onda della tensione di deflessione orizzontale non è proprio triangolare, ma a **denti di sega** come mostrato in figura.

Il tempo **Ta** impiegato dalla traccia per compiere tutto il percorso di « esplorazione » dello schermo, corrispondente al periodo attivo si chiama appunto **tempo attivo**; il tempo perduto **Tr** è il **tempo di ritorno.**

(85) E' interessante considerare il rapporto che intercorre tra la frequenza dell'asse dei tempi e la frequenza del fenomeno da osservare. Evidentemente se la frequenza di quest'ultimo è doppia della prima, sullo schermo del tubo appariranno due sinusoidi, perché al termine della prima sinusoide lo spostamento orizzontale ha percorso metà dell'intero tragitto,...

(86) ... e similmente, se la frequenza dell'alternanza è ad esempio 6 volte quella di deflessione orizzontale, verranno riprodotte 6 sinusoidi;...

(87) ... per contro, avendo una frequenza orizzontale doppia di quella verticale, al tempo impiegato dalla traccia per spostarsi orizzontalmente da un estremo all'altro, corrisponderà un semiperiodo della sinusoide impressa sulle placchette verticali, e così di seguito.

88

89

90

91

Avremo ancora occasione di trattare questi argomenti nel fascicolo relativo agli usi dell'oscilloscopio.

f) **Centraggio della traccia**

Sappiamo già che in condizioni di funzionamento normale il pennello elettronico deve colpire lo schermo del tubo nel centro, così che la traccia possa compiere degli spostamenti sopra e sotto, a sinistra ed a destra, restando nel campo visivo.

In pratica si dà il caso frequente che tra una coppia di placchette di deflessione, o su entrambe, esista una certa differenza di potenziale dovuta alla mancanza di simmetria nei circuiti relativi, sicché la traccia apparirebbe spostata; occorre dunque provvedere affinché l'operatore abbia modo di correggerne a volontà la posizione di riposo.

Questo scopo viene raggiunto mediante i circuiti di **centraggio** (orizzontale e verticale), di cui vedremo ora i principi di funzionamento.

(88) Lo schema di questa figura (ricavato da quello di figura 36) mostra intanto che una delle placchette di deflessione di ciascuna coppia (D_1' e D_2'), collegate a massa nei precedenti esempi figurati, per comodità di trattazione, sono viceversa mantenute ad un potenziale fortemente positivo, connettendole assieme al 2° Anodo.

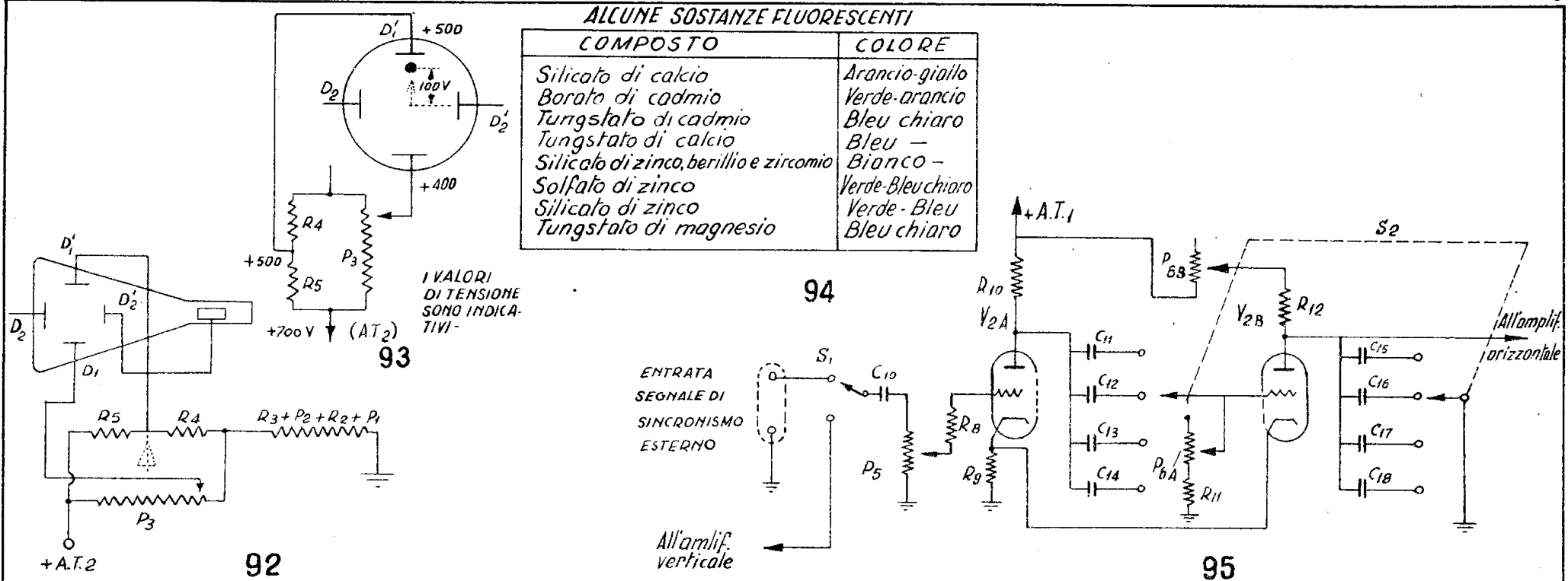
Tale disposizione è attuata allo scopo di fare accelerare ulteriormente i raggi catodici emessi dal catodo, in virtù della elevata differenza di potenziale esistente fra questo ed il sistema di deflessione.

(89) Per centrare il pennello elettronico bisognerebbe dunque portare le placchette D_1 e D_2 allo stesso potenziale delle corrispondenti D_1' e D_2', non solo, ma allo scopo di regolare a piacere la posizione della traccia sullo schermo, occorre anche poter variare la tensione su D_1 e D_2 **in più** ed **in meno** rispetto quella delle D_1' e D_2'. Il circuito rappresentato risolve il problema, perchè se i cursori dei potenziometri regolatori di centraggio P_3 e P_4 si trovano a metà corsa (come nello schema), la tensione prelevata è circa la medesima esistente sulle (placchette D_1' e D_2' (punto di giunzione delle resistenze R_4 ed R_5);...

(90) ... se il cursore (limitando l'esame per semplicità al solo caso del centraggio verticale, dato che il funzionamento di quello orizzontale è assolutamente identico) viene invece portato verso sinistra, dalla parte del + A.T.$_2$, sulla placchetta D_1 viene applicata una tensione **più positiva** (cioè più alta) di quella fissa esistente sulla D_1',...

(91) ... di conseguenza l'attrazione esercitata dalla D_1 sul pennello elettronico farà deviare verticalmente in basso la traccia

ALCUNE SOSTANZE FLUORESCENTI

COMPOSTO	COLORE
Silicato di calcio	Arancio-giallo
Borato di cadmio	Verde-arancio
Tungstato di cadmio	Bleu chiaro
Tungstato di calcio	Bleu —
Silicato di zinco, berillio e zircomio	Bianco —
Solfato di zinco	Verde-Bleu chiaro
Silicato di zinco	Verde-Bleu
Tungstato di magnesio	Bleu chiaro

(92) Spostando il cursore del potenziometro P_3 dalla parte opposta, cioè verso destra, si ottiene il risultato di applicare sulla placchetta D_1 una tensione **meno positiva** di quella su D_1, (perché la tensione è più bassa dalla parte della resistenza R_4); **ne segue** che prevale l'attrazione esercitata da quest'ultima sul fascetto di raggi catodici,...

(93) ... sicché la traccia verrà spostata verso la D_1', ossia in alto. Il centraggio orizzontale, come già detto, viene ottenuto con un altro circuito identico, pertanto non è il caso di ripeterci. Le resistenze R_6-R_7 (vedi fig. 36) in serie fra i cursori dei potenziometri P_3-P_4 di centraggio, di valore piuttosto alto (2 Megaohm) non introducono praticamente alcuna caduta di tensione perché le placchette D_1 e D_2 non assorbono corrente, Detti resistori servono per mantere un'alta impedenza d'ingresso alle placchette D_1 e D_2, collegate rispettivamente all'amplificatore verticale ed all'amplificatore orizzontale.

g) **Lo schermo fluorescente.** Avendo passato in rassegna tutte le parti di un tubo a raggi catodici aggiungeremo due righe sullo schermo. Esso è internamente rivestito da uno strato sottile ed uniforme di sostanza fluorescente, una sostanza cioè che ha la proprietà di diventare luminosa quando venga venga colpita da un fascetto di raggi catodici.

(94) La tabellina, riportata a titolo informativo, contiene un breve elenco di taluni dei composti chimici adoperati per questa applicazione, nonché la colorazione corrispondente.

2. 5) L'ASSE DEI TEMPI

(95) Questo è lo schema elettrico completo del circuito che genera la tensione a denti di sega (od **onde rilassate**) a frequenza regolabile, da applicare fra la coppia di placchette di deflessione orizzontale del tubo a raggi catodici.

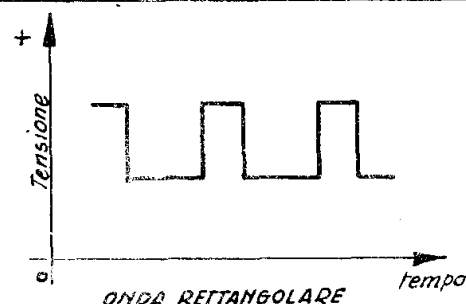
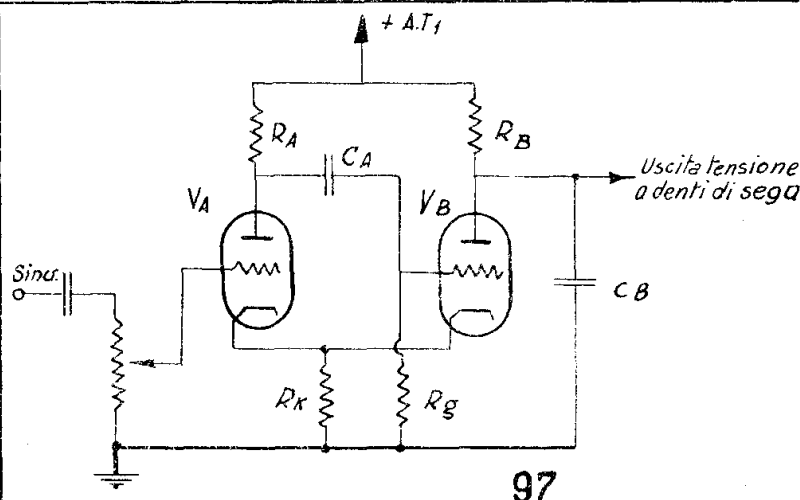
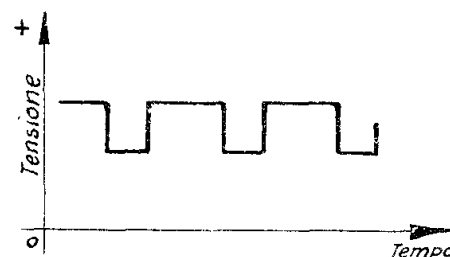
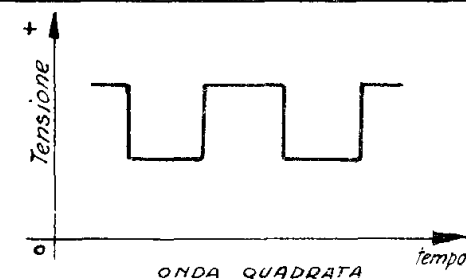
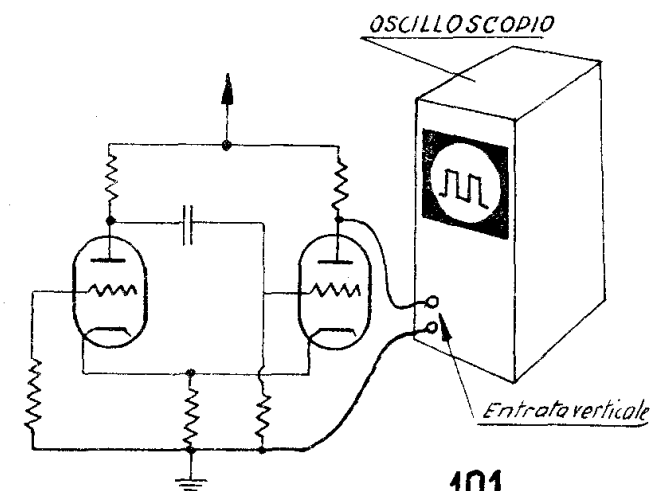
SIMBOLO	DENOMINAZIONE
V_2	doppio triodo PHILIPS ECC 81
P_5	potenziometro lineare 10.000 Ω
P_6	" " doppio 2 x 1 M Ω
R_8	resistenza fissa 100 Ω 0,5 W
R_9	" " 150 Ω 1 W
R_{10}	" " 100.000 Ω 1 W
R_{11}	" " " " 0,5 W
R_{12}	" " 50.000 " 1 W
C_{10}	Condensatore a carta 250.000 picofar. (0,25 μF)
C_{11}	" " " 25.000 " (0,025 μF)
C_{12}	" " mica 5.000 " (0,005 μF)
C_{13}	" " " 500 "
C_{14}	" " " 50
C_{15}	Condensat. a carta da 1 μF (n° 2 condensatori in parallelo da 0,5 μF)
C_{16}	" " " " 100.000 picofarad (0,1 μF)
C_{17}	" " " " 10.000 " (0,01 μF)
C_{18}	" " mica " 1000 "
S_1	Commutatore a 1 via 2 posizioni
S_2	" " 2 vie 4 "

96

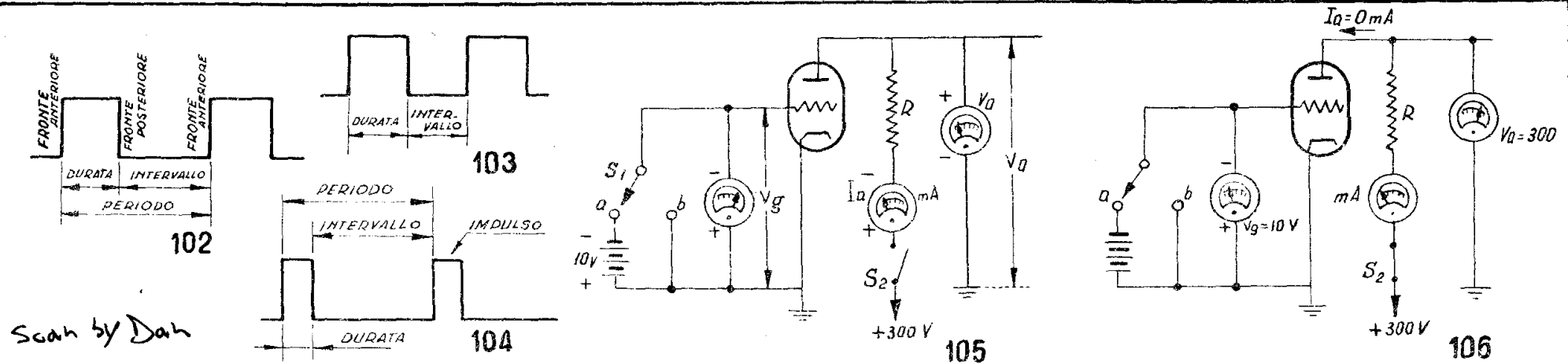
97

98

99

100

101

(96) La tabella riporta i valori di componenti impiegati.
(97) Per facilitare la descrizione dei principi di funzionamento, che esamineremo punto per punto, è opportuno rappresentare in forma semplificata lo schema dell'asse dei tempi. La figura nostra lo schema di un **Multivibratore ad accoppiamento catodico** nella sua forma classica; esso è perfettamente identico al circuito completo di cui alla fig. 95, salvo che per il momento sono stati omessi il commutatore S_2 ed i relativi gruppi di condensatori; inoltre il potenziometro doppio è rimpiazzato da due resistenze fisse $\mathbf{R_B}$ (sulla placca del triodo $\mathbf{V_B}$ ed $\mathbf{R_G}$ (sulla griglia della medesima valvola). $\mathbf{R_K}$ è la resistenza catodica comune alle due valvole $\mathbf{V_A}$ e $\mathbf{V_B}$.

(98) Diremo frattanto che i **Multivibratori** (realizzabili secondo una grande varietà dei schemi) sono dei dispositivi elettronici che sviluppano delle onde quadrate,...
(99-100) ... o rettangolari, a seconda delle condizioni di lavoro delle valvole e del valore di alcuni componenti.
(101) Questa forma d'onda non è altro che l'andamento della tensione sulla placca del triodo $\mathbf{V_B}$ (oppure su quello $\mathbf{V_A}$) rispetto al tempo. Per « vederla » basterebbe collegare un oscilloscopio al detto circuito come mostra la figura, distaccando però il condensatore $\mathbf{C_B}$ (fig. 97) mediante il quale si opera il passaggio da ciascuna onda rettangolare in altrettante a denti di sega, come si vedrà a suo tempo.

(102) Per intenderci bene sul significato della terminologia tecnica in uso, precisiamo innanzi tutto che le voci « **onde rettangolari** » ed « **onde quadrate** » in pratica vengono usate indifferentemente per ambedue i casi quando il significato è generico.
Inoltre, il tratto verticale che rappresenta il repentino aumento della tensione viene detto **fronte anteriore** dell'onda, mentre quello relativo alla fase di caduta di tensione è il **fronte posteriore. La** distanza tra il fronte anteriore e quello posteriore si chiama **durata,** la distanza tra i fronti anteriori di due onde consecutive è il **periodo**; infine la separazione che intercorre fra il termine di un'onda e l'inizio della successiva prende il nome di **intervallo.**

(103) In base a quanto abbiamo detto ora è evidente che, nelle onde quadrate, la durata è uguale all'intervallo.

(104) Quando la durata è una piccola frazione del periodo, l'onda rettangolare viene denominata **impulso.** (I segnali televisivi, ad esempio, contengono gli **impulsi di sincronismo**).

(105) Come primo accostamento al modo di funzionare del multivibratore consideriamo per il momento il semplice circuito ad una sola valvola che è mostrato nella figura. Noteremo in esso:

— un commutatore S_1 sul circuito di griglia che, a seconda della posizione, permette di applicare su tale elettrodo o un certo potenziale negativo di interdizione, poniamo di — 10 Volt (posizione **a**), oppure un potenziale di zero volt (posizione **b**)..
Il voltmetro $\mathbf{V_g}$ indica la tensione di griglia.
— Un interruttore S_2 nel circuito di placca, chiudendo il quale si applica la tensione anodica, ad es. 300 Volt);
— Una resistenza di carico **R**, ad es. di 50.000 ohm.
— Un milliamperometro **Ia** in serie al circuito anodico per la lettera della corrente assorbita;
— Un voltmetro collegato fra la placca e la massa, per la lettura della tensione di placca **Va.**
Inizialmente supponiamo che il catodo della valvola sia **già** riscaldato, che il commutatore S_1 si trovi sulla **posizione a e** quello S_2 sia aperto.

(106) Appena l'interruttore S_2 viene chiuso, sulla placca della valvola perviene l'alta tensione, e poichè la griglia è fortemente negativa e interdice la valvola, non si verifica alcun passaggio di corrente, dunque la resistenza di carico **R** non può introdurre alcuna caduta di tensione eppertanto la placca assume il medesimo potenziale di alimentazione, cioè 300 Volt.

(107) Rappresentando sulla carta questa prima fase, mediante un diagramma cartesiano, otterremo il grafico di cui alla figura, dove t_0 è l'istante di chiusura dell'interruttore S_2.

(108) Se ora commutiamo S_1 deviandolo sulla posizione **b**, il potenziale negativo viene rimosso dalla griglia, pertanto la valvola entra in conduzione ed attraverso la resistenza **R** circola una corrente che, supponiamo, ha il valore di 4 mA (= 0,004 A).

Come conseguenza ai capi della resistenza di carico si produce una caduta di tensione il cui valore può essere facilmente calcolato mediante la legge di Ohm, V = I × R (nel nostro esempio, V = 0,004 × 50.000 = 200 Volt); perciò la tensione sulla placca scende ad un valore pari alla differenza tra la tensione di alimentazione e la caduta introdotta dalla resistenza (nell'esempio, avremo una tensione anodica V_a = 300—200 = = 100 Volt), indicata dallo strumento).

(109) Il grafico corrispondente si presenterebbe come in figura, dove t_1 è l'istante di conduzione della valvola. Fintantochè la griglia rimane sbloccata (istanti successivi t_2, t_3, ecc.) la tensione anodica si mantiene sul valore ridotto di 100 volt.

(110) Riportando infine (istante t_3) il commutatore S_1 su **a** (fig. 106), la valvola viene ad essere nuovamente interdetta, la tensione anodica balza bruscamente al valore massimo che aveva inizialmente e vi rimane finchè (istante t_4), il ciclo non viene fatto ricominciare rendendo conduttrice la valvola (figura 108).

Osservando il grafico vediamo dunque che l'andamento della tensione anodica corrisponde alla forma d'onda rettangolare. La durata e l'intervallo dipendono evidentemente dai tempi di commutazione di S_1, sull'una o sull'altra posizione ed è altrettanto chiaro che se la deviazione viene eseguita manualmente tali tempi potrebbero tutt'al più scendere a qualche decimo di secondo. In pratica, d'altro canto, possono occorrere delle onde rettangolari con durate dell'ordine dei microsecondi (1 microsec. = 1 milionesimo di secondo), eppertanto la commutazione va affidata ad un dispositivo rapidissimo e preciso nella cadenza (rappresentato da una valvola).

Giungiamo così al circuito del multivibratore **schematizzato**

nella fig. 97, che è un vero e proprio **commutatore elettronico** e che funziona nel modo seguente.

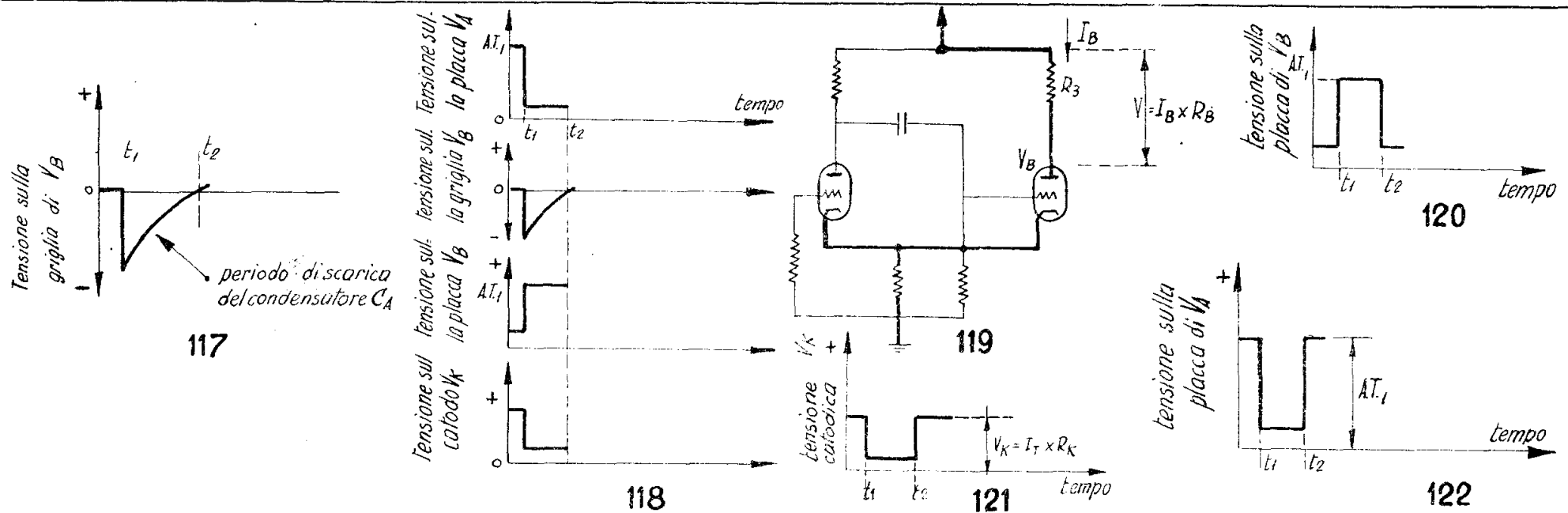
(111) Appena applichiamo la tensione anodica al circuito, (considerando che i catodi delle valvole siano già caldi), detto potenziale positivo raggiunge la placca delle valvole V_A e V_B attraverso le resistenze R_A ed R_B ed il condensatore C_A si carica; ...

(112) ... dato l'assorbimento di corrente dovuto alla valvola V_A (trascuriamo momentaneamente quella V_B, per motivi che risulteranno più evidenti di seguito), a cui deve aggiungersi anche la corrente di carica del condensatore C_A, la resistenza R_A introduce una forte caduta di tensione, sicchè la tensione sulla placca di V_A, come mostra il diagramma, cade bruscamente (istante t_1):...

(113) ... Poichè l'altra armatura del condensatore C_A è collegato alla griglia del triodo V_B, e contemporaneamente a massa attraverso la resistenza R_G, la sua scarica rende molto negativa la griglia della valvola V_B, che viene ad essere nettamente **interdetta**; quindi la corrente anodica su detta valvole è zero, la resistenza R_B non provoca caduta di tensione e la placca V_B raggiunge il massimo potenziale che è pari a quello + A.T.$_1$ di alimentazione, ...

(114) ... come è illustrato dal solito grafico che mostra l'andamento simultaneo del potenziale di griglia e di placca sul triodo V_B (attenzione: il grafico di fig. 112 si riferisce al triodo V_A). L'istante di tempo in considerazione è sempre quello t_1.

(115) Da notare che il **potenziale base** di griglia è determinato dalla resistenza catodica R_K la quale, essendo percorsa dall'intera corrente anodica I_T assorbita dalle valvole V_A e V_B) introducendo una caduta di tensione $V_K = R_K \times I_T$ che per la legge di Ohm dipende dal valore della resistenza R_K in parola (che è fissa) e dalla corrente anodica totale (che è variabile secondo il ciclo di funzionamento), **autopolarizza** le valvole.

(116) Siccome nell'istante considerato t_1 solo la valvola V_A conduce, mentre la V_B passa contemporaneamente all'interdizione, la corrente anodica totale è dovuta esclusivamente alla

V_A, quindi la tensione sul catodo diminuisce in quanto manca il contributo del triodo V_B, ed il suo andamento è come indicato nel grafico.

(117) Frattanto il condensatore C_A si scarica verso massa attraverso la resistenza di griglia R_G; man mano che la sua carica si esaurisce la griglia del triodo V_B diventa sempre meno negativa, come indica chiaramente il grafico, finchè nell'istante t_2 la valvola in questione si sblocca e provoca un repentino assorbimento di corrente.
Osserviamo che la durata dell'intervallo di tempo $t_1 \div t_2$ (ossia il tempo di scarica di C_A) dipende dai valori della capacità C_A e della resistenza R_G ed è tanto più lungo quanto più elevati sono i valori dei suddetti componenti.

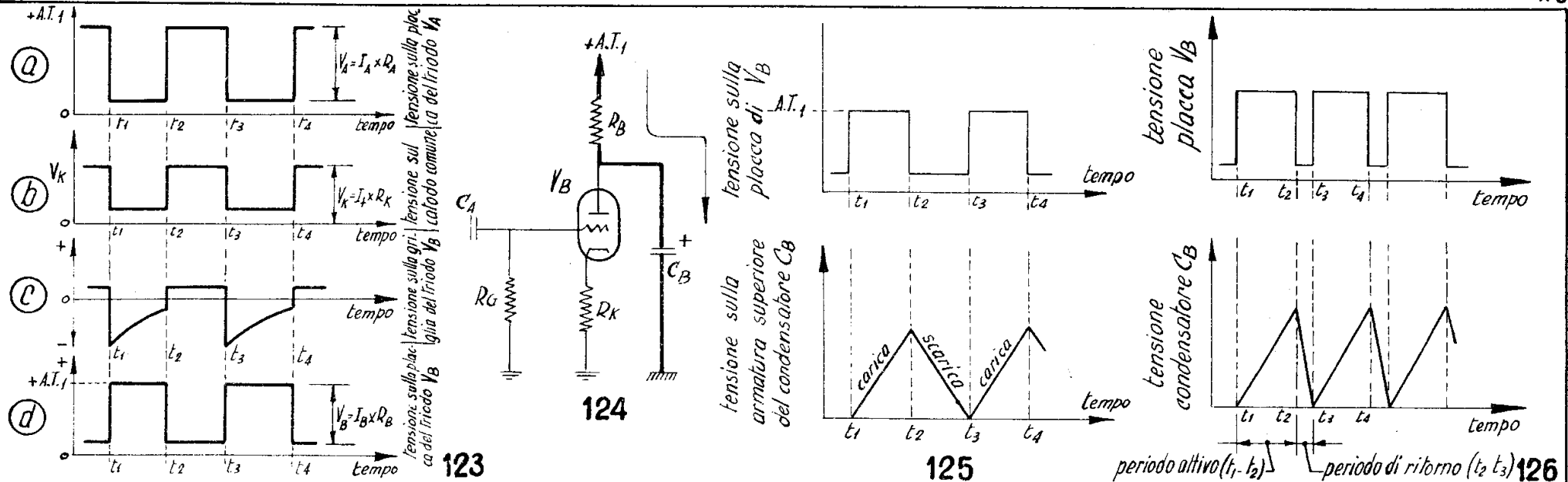
(118) Durante il periodo di scarica del condensatore C_A (istanti da t_1 a t_2) l'andamento delle tensioni sugli elettrodi delle valvole è come mostrato nel grafico.

(119) Appena la valvola V_B entra in conduzione, la corrente anodica I_B che percorre la resistenza R_B provoca ai suoi capi una caduta di tensione pari ad $I_B \times R_B$, pertanto la tensione sulla placca di V_B cade bruscamente, ...

(120) ... come mostra il grafico.

(121) Inoltre, poichè alla corrente I_A assorbita dal triodo V_A si deve aggiungere adesso anche quella I_B del triodo V_B, la corrente totale $I_T = I_A + I_B$ aumenta e fa aumentare la caduta di tensione ai capi della resistenza catodica R_K, come è indicato dal diagramma.

(122) In conseguenza dell'aumento della tensione catodica V_K, la griglia del triodo V_A viene resa tanto negativa da portare la valvola V_A in stato di interdizione. Poichè la corrente anodica I_A scende a zero, la resistenza R_A non può introdurre alcuna caduta di tensione, pertanto la placca raggiunge il potenziale di alimentazione $A.T._1$. Nello stesso tempo, il condensatore C_A comincia a ricaricarsi una seconda volta.
L'andamento della tensione sulla placca di V_A è rappresentato nel grafico.

123 124 125 126

(123) Quando il condensatore ha terminato di caricarsi, nell'istante t_3, si scarica attraverso la resistenza di griglia R_G, dunque la valvola V_B si interdice ed il ciclo di funzionamento descritto ricomincia da capo.

Il grafico mostra l'andamento di tutte le tensioni in gioco nel circuito multivibratore, e da solo può servire, se osservato attentamente, a riepilogare le diverse ma simultanee fasi di lavoro degli stadi considerati.

Da quanto abbiamo detto sin qui appare chiaro che qualsiasi multivibratore comprende due valvole, che funzionano in modo tale per cui allorchè una è in stato di conduzione l'altra è interdetta, salvo invertire subito dopo i compiti, e così di seguito.

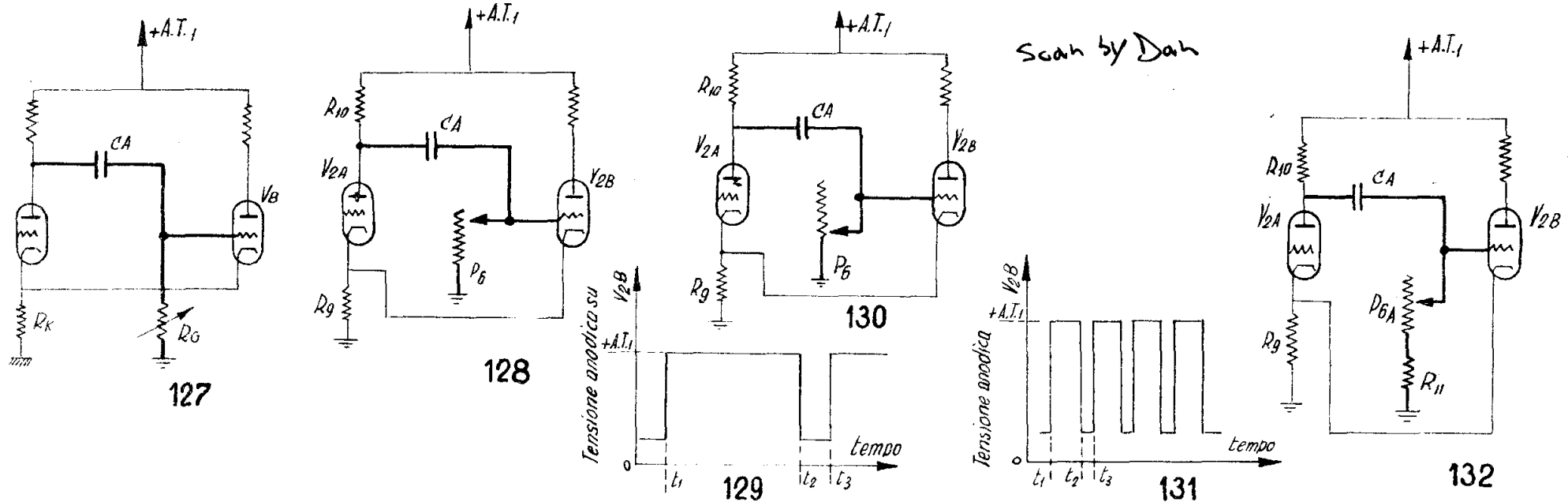
In questa particolare circuito, il « segnale » di comando per l'inversione delle condizioni di lavoro viene trasferito da una valvola all'altra attraverso il **catodo**, per cui il circuito è denominato **« multivibratore ed accoppiamento catodico »**.

Resta ora da vedere in qual modo si può passare dalle onde rettangolari presenti sulla placca del triodo V_B (le quali, detto incidentalmente, sono presenti anche sulla placca della valvola V_A ma **invertite**) alle onde denti di sega.

(124) Riprendendo in esame lo schema dell'asse dei tempi (fig. 97), osserveremo che fra la massa e l'anodo del triodo V_B è collegato un condensatore C_B. Nell' intervallo di tempo in cui la valvola è interdetta (istante da t_1 a t_2, o da t_3 a t_4, ecc. fig. 123 (d)) la tensione sulla placca ha il massimo valore positivo (= A.T.1) ed il condensatore C_B si carica attraverso la resistenza R_B ...

(125) ... come mostra il diagramma. Negli istanti di conduzione (t_2 — t_3) della stessa valvola V_B, la resistenza interna del triodo diminuisce fortemente e la capacità si scarica attraverso la valvola stessa.

Notiamo però che l'andamento della tensione sul condensatore C_B più che a denti di sega è triangolare, mentre sappiamo che per produrre un ritorno rapido della traccia in senso orizzontale sullo schermo del tubo catodico, bisogna rendere il periodo di ritorno (corrispondente alla scarica del condensatore) molto più breve del periodo attivo, (fig. 84) (fase di carica).

(126) Lo scopo si raggiunge facendo in modo che il periodo

di interdizione del triodo V_B sia molto più lungo di quello di conduzione, ossia la tensione sulla placca deve avere un andamento rettangolare e non quadrato, come illustrato chiaramente nella figura.

(127) Ma poichè il periodo di carica ($t_1 — t_2$) coincide con quello di interdizione di V_B, che è determinato a sua volta dalla scarica del condensatore di accoppiamento C_A attraverso la resistenza di griglia R_G (vedi figg. 113-117), per controllare l'intervallo $t_1 — t_2$ occorre scegliere adatti valori di C_A ed R_G, non solo, ma se si rende variabile uno di tali componenti (ed è più comodo variare, come abbiamo fatto in questo oscilloscopio, la resistenza), sarà possibile regolare a piacere la durata del periodo $t_1 — t_2$ in questione, ossia il periodo attivo dell'onda a denti di sega, od infine, per usare altri termini, la **frequenza** dei denti di sega.

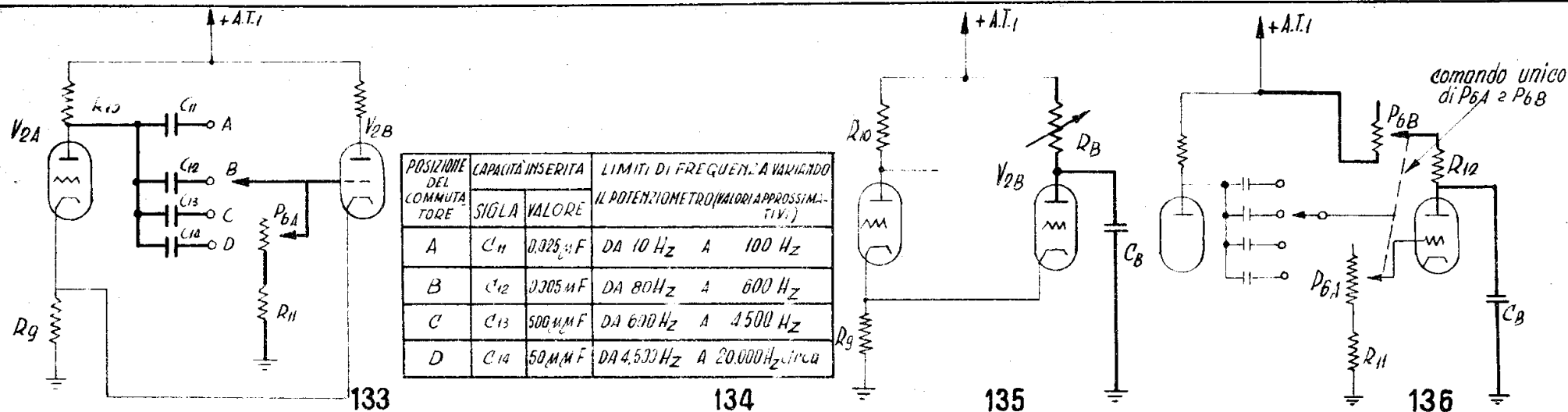
(128) In particolare, quando la resistenza è tutta inclusa il periodo di scarica di C_A è lungo e quindi, ...

(129) ... sarà altrettanto lungo l'intervallo $t_1 — t_2$ (frequenza dell'asse dei tempi bassa); ...

(130-131) ... se invece il cursore viene spostato verso la massa, la resistenza diminuisce, la capacità C_A si scarica più rapidamente e l'intervallo $t_1 — t_2$ diventa più corto; inoltre il ciclo di funzionamento del multivibratore si ripete con maggiore frequenza (frequenza dell'asse dei tempi alta).

NOTA — Negli schemi di cui alle figure 128 e 130 abbiamo cominciato a contrassegnare i componenti in discussione con il rispettivo simbolo con cui compiaiono nello schema completo dell'asse dei tempi (fig. 95), e questo perchè possiamo ormai « ricomporre » il circuito del multivibratore impiegato nell'oscilloscopio, man mano che si comprende l'utilità o la funzione di ciascun componnete.

(132) Nel caso illustrato dalla fig. 130, se il cursore del potenziometro venisse portato proprio a massa il circuito non potrebbe funzionare perchè il condensatore di accoppiamento C_A scaricherebbe immediatamente e quindi l'intervallo $t_1 — t_2$ sarebbe nullo.

POSIZIONE DEL COMMUTATORE	CAPACITÀ INSERITA		LIMITI DI FREQUENZA VARIANDO IL POTENZIOMETRO (VALORI APPROSSIMATIVI)
	SIGLA	VALORE	
A	C11	0,025 μF	DA 10 Hz A 100 Hz
B	C12	0,005 μF	DA 80 Hz A 600 Hz
C	C13	500 μμF	DA 600 Hz A 4.500 Hz
D	C14	50 μμF	DA 4.500 Hz A 20.000 Hz circa

Per impedire tale possibilità, il potenziometro P_6 è collegato a massa attraverso una resistenza fissa R_{11} che rimane dunque permanentemente inclusa.

(133) Si è già detto che la durata $t_1 - t_2$ dell'onda rettangolare sulla placca del triodo $\mathbf{V_{2B}}$ dipende dai valori di $\mathbf{C_A}$ e della resistenza di griglia, che può variare da un minimo (corrispondente al valore di $R_{11} = 100.000\ \Omega$) ad un massimo ($R_{11} + P_6 = 100.000\ \Omega + 1\ M\Omega = 1{,}1\ M\Omega$), passando per tutti i valori intermedi tra i limiti su citati.

Allo scopo di estendere il campo delle frequenze coperte dall'asse dei tempi, sfruttando sempre la variazione di resistenza in griglia, basta sostituire il condensatore di accoppiamento $\mathbf{C_A}$, inserendo di volta in volta una capacità di valore opportuno. In pratica questo scopo si ottiene mediante un commutatore (S_2) ed un gruppo di condensatori (C_{11} - C_{12} - C_{13} - C_{14}), dei quali uno per volta, viene incluso nel circuito.

(134) Nel nostro oscilloscopio l'asse dei tempi permette di coprire le bande di frequenza elencate nella tabella; praticamente sullo schermo del tubo saranno visibili tutte le forme d'onda periodiche che abbiano una frequenza compresa tra una decina di periodi a 50.000 periodi al secondo ed anche poco oltre, come diremo meglio a suo tempo.

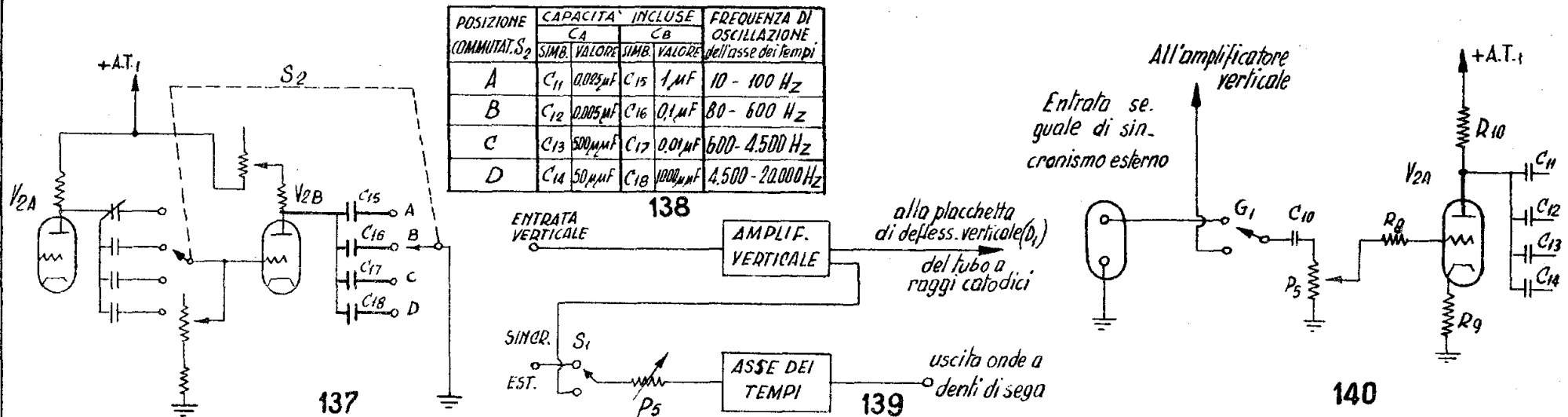
(135) Finora ci siamo preoccupati della maniera per poter controllare la durata del periodo di interdizione del triodo $\mathbf{V_{2B}}$ (istanti $t_1 - t_2$, fig. 126). ossia del periodo attivo dei denti di sega; nello stesso tempo bisogna però poter variare corrispondentemente il periodo di conduzione $t_2 - t_3$ (fig. 126), che determina il periodo di ritorno.

In altri termini, se il periodo attivo aumenta deve aumentare in rapporto anche quello di ritorno, e viceversa quando si accelera la cadenza dell'asse dei tempi diminuendo la resistenza $\mathbf{P_6}$, bisogna che anche la scarica del condensatore $\mathbf{C_B}$ (figure 124 e 126) avvenga in minor tempo.

Questo scopo si raggiunge modificando le condizioni di lavoro della valvola $\mathbf{V_{2B}}$, e precisamente variandone la tensione anodica mediante una resistenza regolabile in serie al circuito di placca.

(136) Nel circuito definitivo, le cose sono disposte come mostra la figura, cioè il potenziometro $\mathbf{P_{6B}}$ in placca è comandato contemporaneamente a quello $\mathbf{P_{6A}}$ in griglia del quale ci siamo già occupati. Inoltre, per impedire che il circuito multivibratore cessi dal fornire il suo funzionamento quando il cursore di P_6 raggiunge l'estremo collegato al $+$ A.T.$_1$ (perchè in

POSIZIONE COMMUTAT. S_2	CAPACITA' INCLUSE C_A SIMB.	VALORE	C_B SIMB.	VALORE	FREQUENZA DI OSCILLAZIONE dell'asse dei tempi
A	C_{11}	0,025 μF	C_{15}	1 μF	10 - 100 Hz
B	C_{12}	0,005 μF	C_{16}	0,1 μF	80 - 600 Hz
C	C_{13}	500 μμF	C_{17}	0,01 μF	600 - 4.500 Hz
D	C_{14}	50 μμF	C_{18}	1000 μμF	4.500 - 20.000 Hz

138

tal caso la resistenza di carico avrebbe valore zero e quindi la tensione si manterrebbe sempre ad un valore costante in luogo di seguire l'andamento rettangolare) è inclusa permanentemente una resistenza fissa R_{12} (da 50.000 Ω).

(137) Infine, poichè il valore del condensatore $\mathbf{C_B}$ deve essere in adatta relazione con la frequenza di oscillazione del multivibratore, è prevista la inclusione di capacità adeguate da commutare simultaneamente a quelle di accoppiamento, attraverso una seconda sezione a 4 posizioni del commutatore $\mathbf{S_2}$. Questi condensatori sono indicati, nello schema, dai simboli C_{15} - C_{16} - C_{17} - C_{18}.

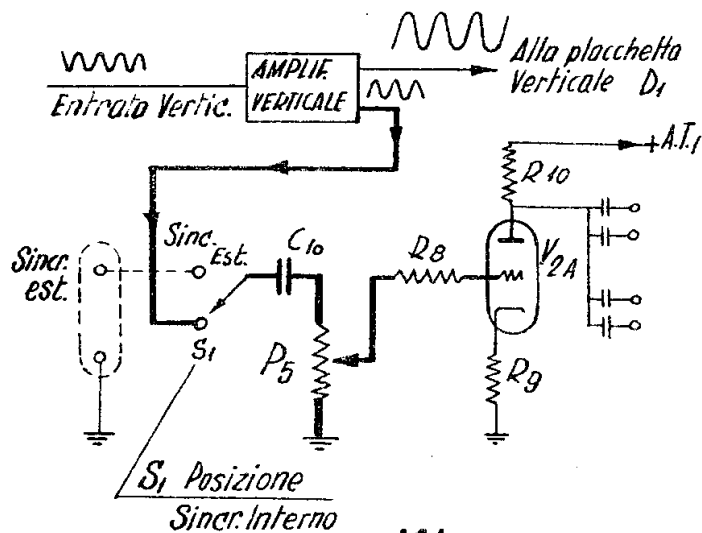
(138) La combinazione di valori dei condensatori $\mathbf{C_A}$ e $\mathbf{C_B}$ (figura 97) di volta in volta inclusi a seconda delle posizioni del commutatore, è riportata nella tabella.

(139) Ci è rimasto da considerare il circuito di ingresso al triodo $\mathbf{V_{2A}}$, sulla griglia del quale viene iniettato il **Sincronismo**, che è realizzato secondo lo schema a blocchi riportato in figura (vedi anche fig. 2),...

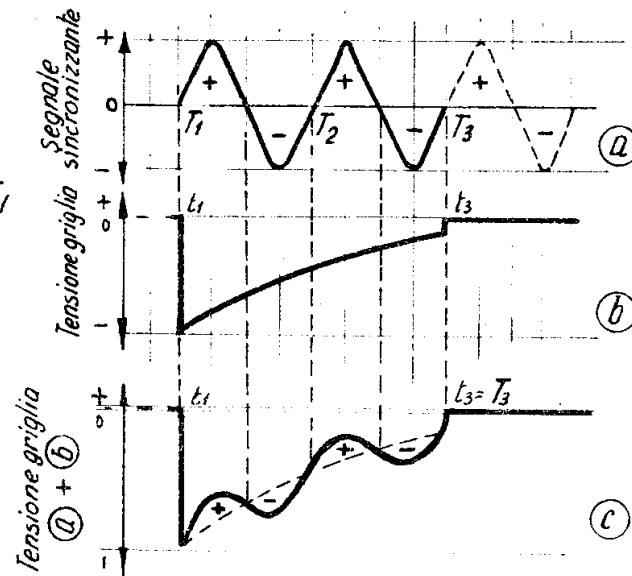
(140) ... mentre questo è il corrispondente circuito elettrico effettivamente realizzato. Notiamo che esso comprende un commutatore S_1, che nella posizione superiore collega la griglia $\mathbf{V_{2A}}$ al morsetto di ingresso di un segnale di sincronismo esterno, mentre nella posizione inferiore lo connette all'amplificatore verticale. Il condensatore C_{10} funziona da capacità d'arresto, per impedire, che sulla griglia di $\mathbf{V_{2A}}$ possa pervenire una tensione continua; il potenziometro P_5 regola l'ampiezza dal segnale di sincronismo iniettato nell'asse dei tempi, infine la resistenza fissa R_8 ha una funzione antiparassitaria e non è sempre indispensabile.

A questo punto occorre però rendersi ragione della necessità di **sincronizzare** l'asse dei tempi. Essa deriva dal fatto che i multivibratori non sono troppo stabili per molteplici cause, tra le quali ci limiteremo ad accennare alle fluttuazioni della tensione di alimentazione, alle piccole variazioni di valore dei componenti che determinano la frequenza di oscillazione (che sono prodotte dalle variazioni di temperatura ed umidità ambiente), ecc.

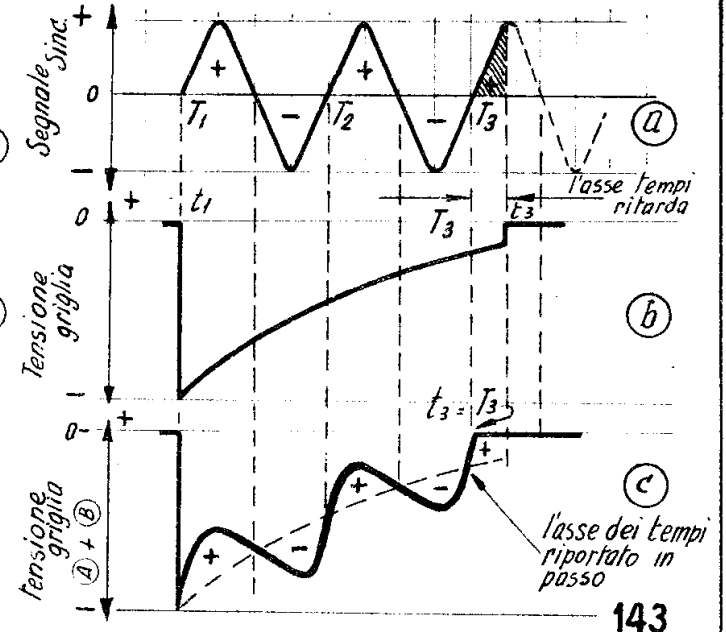
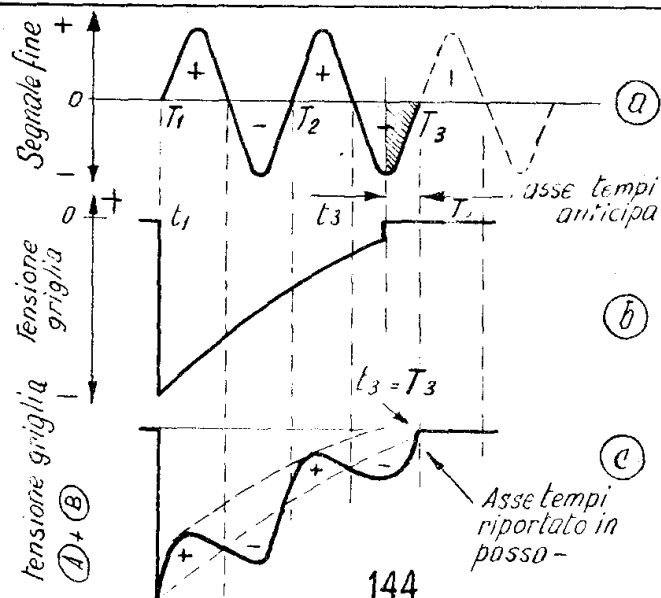
Le conseguenze pratiche di questa instabilità si traducono nella difficoltà di mantenere ferma l'immagine sullo schermo del tubo a raggi catodici per l'ovvia ragione che il movimento orizzontale del pennello elettronico non è in opportuna cadenza (o, come si dice anche, non è **in passo**) con la forma d'onda da osservare.

141 142 143

Fortunatamente gli **oscillatori a rilassamento** (tra cui sono compresi i multivibratori) godono della proprietà di poter essere facilmente controllati (**o pilotati**) applicando ad essi un segnale di cadenza avente la medesima frequenza predisposta sull'asse dei tempi, oppure una frequenza multipla.

(141) il modo più semplice per sincronizzare l'asse dei tempi consiste nell'applicare al suo circuito di ingresso (griglia del triodo V_{2A}) lo stesso segnale da esaminare, quello cioè che va impresso sulle placchette verticali del tubo catodico. Questo funzionamento si ottiene portando il commutatore S_1 sulla posizione inferiore, (detta di **SINCRONISMO INTERNO**) cosicché una parte del segnale presente all'uscita dell'amplificatore verticale viene iniettato sul multivibratore.

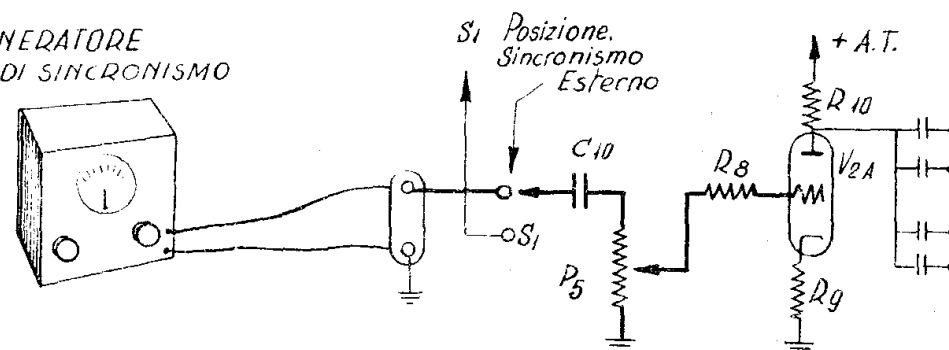
(142) Vediamo ora come avviene la sincronizzazione. La figura rappresenta in (a) un treno di onde sinusoidali da esaminare sullo schermo del tubo; in (b) abbiamo l'andamento della tensione di griglia di un qualsiasi multivibratore.

Applicando alla griglia la tensione di segnale (a), che in questo caso ha una frequenza doppia di quella dell'asse dei tempi perchè il periodo $t_1 - t_3$ di quest'ultimo contiere due sinusoidi complete $T_1 - T_2 - T_3$, otteniamo la forma (c) che indica l'andamento risultante della tensione sulla griglia, cioè la somma della tensione del segnale, alternativamente positiva e negativa, con la tensione negativa di griglia.

Osserviamo che nell'istante t_3 in cui la valvola si sblocca perchè la griglia passa dal potenziale **negativo** a quello **zero,** coincidono sia il periodo dell'asse dei tempi che quello della seconda sinusoide ($t_3 = T_3$). In tali condizioni il sincronismo è perfetto ed il tubo catodico riprodurrebbe per l'appunto **le** due alternanze complete disegnate in (a).

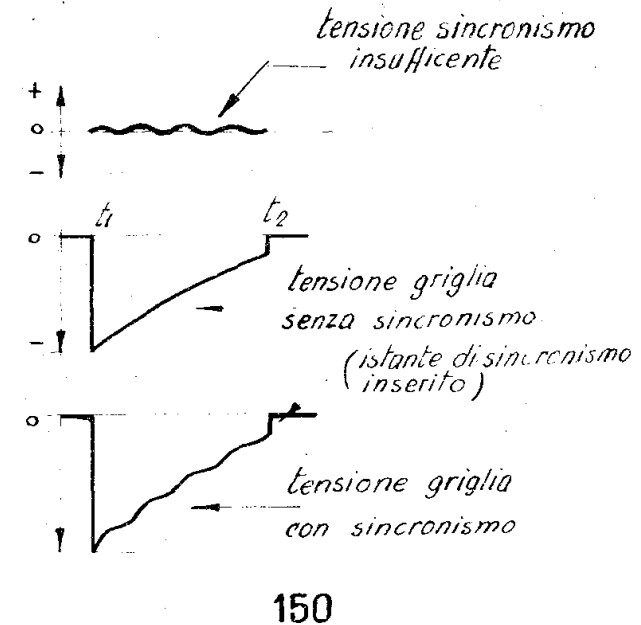
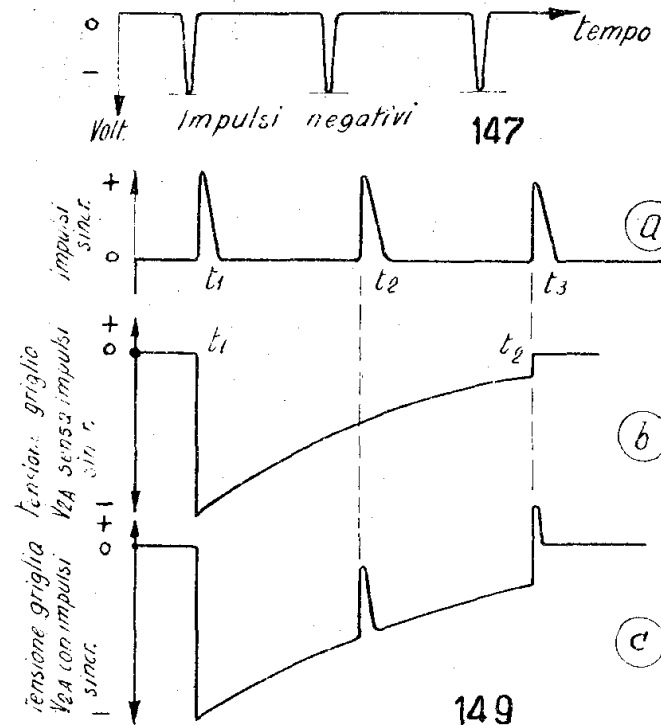
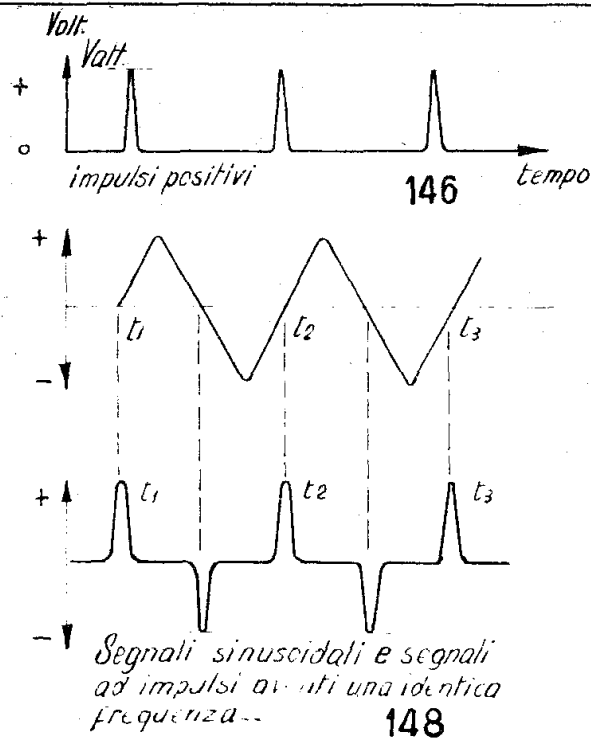
(143) Questa illustrazione mostra invece la funzione del segnale di sincronismo nel caso che l'asse dei tempi vada **fuori passo,** ad esempio perché la sua frequenza è diminuita per un qualsiasi motivo. Infatti il periodo $t_1 - t_3$ è più lungo di quello $T_1 - T_3$ del segnale (confronta le fig. (a) e (b).)

Come si vede in (c), dopo l'istante T_3 la sinusoide compie l'escursione in senso positivo, eppertanto questa tensione positiva riporta a tensione **zero** la griglia nell'istante corrispondente, facendo concludere il ciclo $t_1 - t_3$ dell'asse dei tempi in coincidenza con quello $T_1 - T_3$ del segnale, e non in ritardo (fig. (b)) come sarebbe invece capitato in assenza del segnale di sincronismo.

(144) Nel caso contrario, ossia quando la frequenza dell'asse dei tempi tende ad aumentare, il suo periodo $t_1 - t_3$ (fig. (b)) è più breve di quello del segnale sinusoidale $T_1 - T_3$ (fig. (a)). In questo caso però la tensione somma (a)+(b) sulla griglia [fig. (c)] rende più negativa la griglia nell'istante t_3 del periodo del multivibratore, la quale di conseguenza può raggiungere il potenziale **zero** soltanto quando la sinusoide ha anche essa raggiunto la tensione zero; cioè nell'istante T_3.

Anche adesso perciò il segnale di sincronismo, **trascinando** l'asse dei tempi, lo ha ricondotto in passo facendogli assumere un periodo $t_1 - t_3$ di durata eguale al periodo $T_1 - T_3$.

OSSERVAZIONI. Dopo quanto stato detto a proposito del sincronismo appare evidente che se durante il funzionamento pratico dell'oscilloscopio la frequenza del segnale da esaminare subisce qualche **lieve** variazione in più od in meno, poichè l'asse dei tempi rimane **agganciato** a quello stesso segnale anche la frequenza di oscillazione subisce contemporaneamente un piccolo aumento o diminuzione, consicchè l'immagine riprodotta sullo schermo rimane sempre ferma.

Qualora invece la variazione dovesse assumere una entità piuttosto sensibile il sincronismo si perderebbe, ed allora bisognerebbe intervenire sul multivibratore ritoccandone la frequenza di oscillazione (potenziometro P_8).

Quando un multivibratore funziona senza segnali di **sincronismo**, si dice anche che è **in regime di oscillazione libera;** la stabilità della frequenza dipende in tal caso da quella propria del circuito.

(145) Nella pratica, per eseguire determinate misure **all'oscilloscopio**, può sorgere la necesità di iniettare **sull'asse dei** tempi un segnale di sincronismo indipendente **da quello da** esaminare. In tal caso si deve deviare il **commutatore S_1 sulla**

posizione superiore (**SINCRONISMO ESTERNO**), così da portare l'ingresso dell'asse dei tempi sull'apposito morsetto previsto per tale funzione, che a sua volta dovrà essere collegato al generatore esterno dei segnali di sincronismo.

(**146**) Tali generatori producono dei segnali ad « impulsi » (ossia di brevissima durata), a polarità positiva come in figura ...

(**147**) ... od a polarità negativa. Senza entrare nel merito di questo argomento, ci limitiamo ad aggiungere che gli impulsi permettono di controllare assai meglio delle onde sinusoidali la frequenza di oscillazione di un multivibratore, dato che il repentino aumento di tensione, di brevissima durata, determina esattamente l'istante di **innesco** dell'asse dei tempi, ...

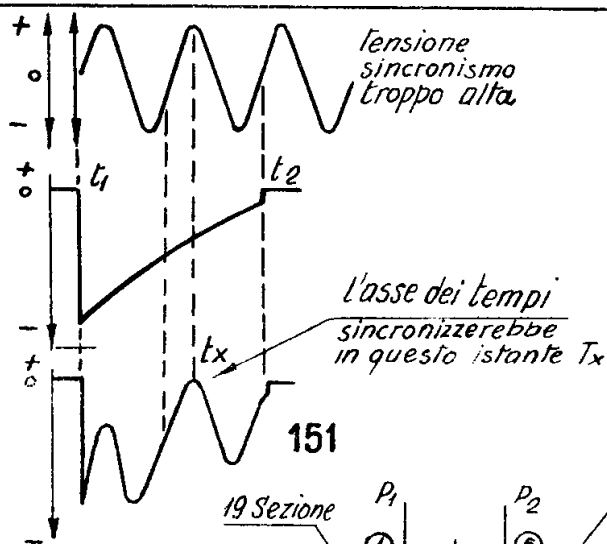
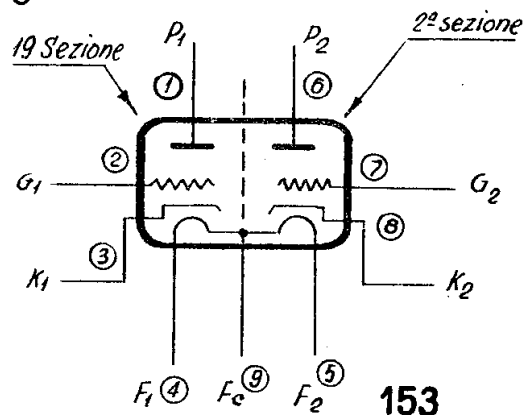
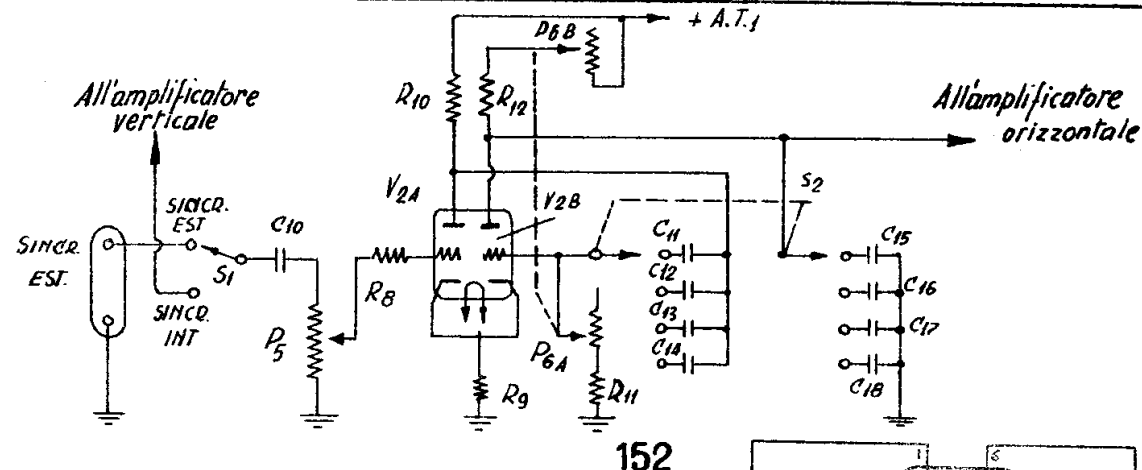
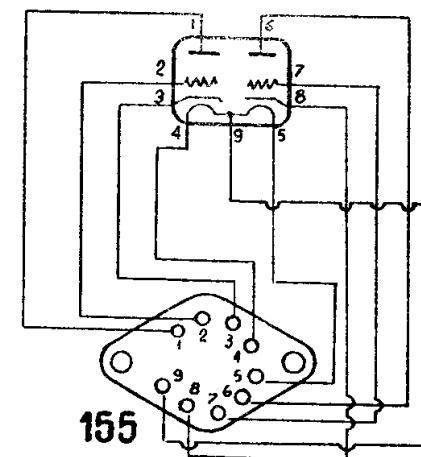
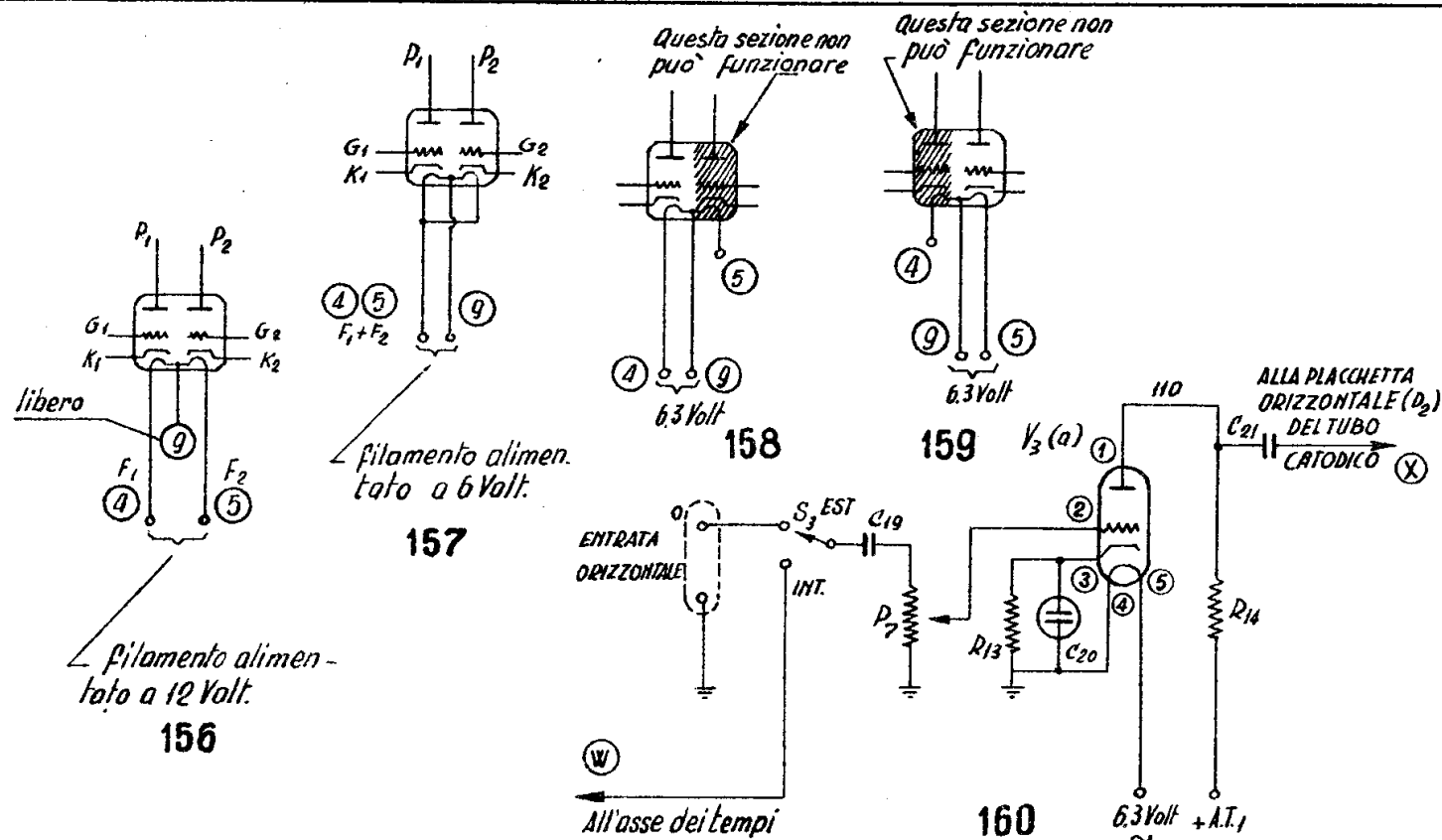
(**148**) ... mentre nel caso di un segnale sinusoidale, che nella figura abbiamo confrontato con un segnale ad impulsi avente la stessa frequenza, può sussistere una specie di incertezza intorno all'istante preciso (T_1, T_2 ... ecc.) in cui termina un periodo e comincia il successivo.

(**149**) Questi grafici, che potremo paragonare alle figure 142, 143 e 144, illustrano chiaramente come avviene la sincronizzazione dell'asse dei tempi mediante degli impulsi (la frequenza di tali impulsi è doppia di quella dell'asse dei tempi, come nel caso considerato nei summenzionati esempi (fig. 142 a 144). Le forme d'onda rappresentate sono:

(a) ... gli impulsi di sincronismo esterno;

(b) ... la tensione di griglia del 1° stadio multivibratore in assenza dei segnali di sincronismo;

(c) ... la suddetta tensione di griglia, ma in presenza dei segnali di sincronismo.

(**150**) Indipendentemente dal tipo di segnale adoperato per

PIEDINO	ELETTRODO CORRISPONDENTE
1	Placca 1° triodo (P_1)
2	Griglia " " (G_1)
3	Catodo " " (K_1)
4	Filamento 12,5 Volt (F_1)
5	" " " (F_2)
6	Placca 2° triodo (P_2)
7	Griglia " " (G_2)
8	Catodo " " (K_2)
9	Presa centrale filamento (F_c)

pilotare l'asse dei tempi, richiamiamo l'attenzione del lettore sul fatto che la tensione di sincronismo deve avere un valore opportuno; se infatti è troppo piccola, come mostra il grafico, può essere insufficiente a sincronizzare il multivibratore; ...
(151) ... e se è troppo elevata lo farà sincronizzare fuori tempo. (ad es. nell'istante t_x).
Per regolare secondo le necessità l'ampiezza del segnale di sincronizzazione è previsto il potenziometro P_5 (V .figura 95). Di norma detto controllo và tenuto al minimo, perchè il segnale occorrente dovrà avere una ampiezza molto moderata.
(152) Chiudiamo infine la discussione sull'asse dei tempi precisando che le due valvole V_{2A} e V_{2B}, mostrate per chiarezza separatamente, in pratica sono contenute entro l'unico bulbo di un doppio-triodo V_2 (tipo ECC -81) a catodi separati.
Lo stesso schema della fig. 95 apparirebbe quindi come è mostrato in questa illustrazione; è facile constatare che, pur essendo diversa la disposizione, i circuiti sono perfettamente identici.
(153) La figura mostra la struttura del doppio triodo ECC-81; i numeri scritti accanto ciascun elettrodo indicano il piedino corrispondente, ...
(154) ... come specifica chiaramente la tabellina.
(155) Ripetiamo comunque la posizione degli elettrodi rispetto i contatti dello zoccolo porta-valvola visti, secondo la

SIMBOLO	DENOMINAZIONE
V_{3A}	Triodo Pentodo "PHILIPS" tipo E.C.L-80 (usata la sezione triodo)
P_7	Potenziometro lineare da 500.000 Ω (0.5 MΩ)
R_{13}	Resistenza fissa da 2000 Ω/1W
R_{14}	" " " 300.000 Ω/1W
C_{19}	condensatore a carta 250.000 picofarad / 0,25 µF
C_{20}	condensatore elettrolitico catodico 100 µF / 30 volt.
C_{21}	condensatore 250.000 picofarad (0.25 µF.)
S_3	Commutat. 1 via - 2 posizioni

procedura usuale, **dal di sotto.**

(156) E' da rilevare che questa valvola è munita di un filamento a presa centrale, o per meglio dire, ogni triodo è dotato di un proprio filamento; però l'estremo di un filamento è portato sul piedino (9) assieme ad un estremo dell'altro. Collegando l'alimentazione di filamento ai piedini (4) e (5) i due riscaldatori vengono alimentati in serie, e poichè ciascuno richiede una tensione di 6,3 volt, bisogna applicare fra i detti piedini la tensione di $2 \times 6{,}3 = 12{,}6$ volt.

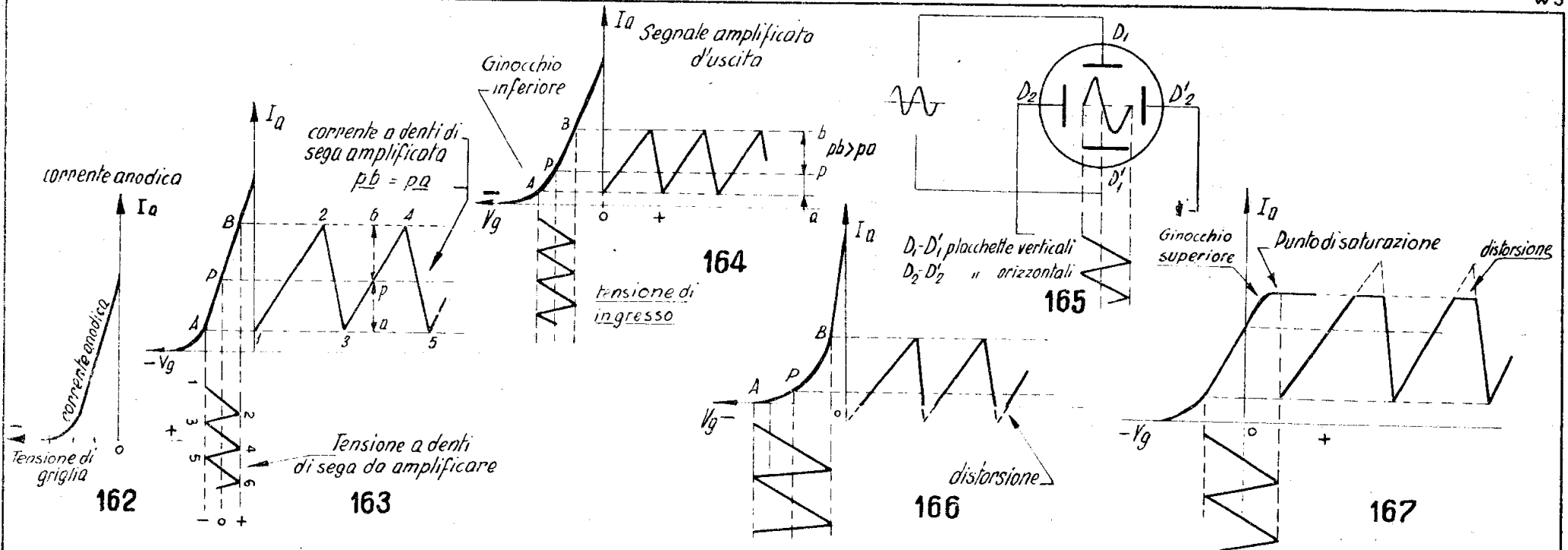
(157) Se (come nel nostro caso) la tensione disponibile è di 6,3 volt, bisogna collegare i due filamenti in parallelo. A tale scopo basta riunire assieme gli estremi facenti capo ai piedini (4) e (5) ed applicare l'accensione, a 6,3 volt, fra questo punto comune [piedini (4) e (5) assieme] ed il piedino (9) corrispondente alla presa centrale dei filamenti.

(158) Applicando la tensione a 6,3 volt tra i piedini (4) e (9) può funzionare soltanto il triodo a sinistra; ...

(159) ... e se invece applichiamo i 6,3 volt fra i piedini (9) e (5) lavora solo la sezione di destra.

2. 6) L'AMPLIFICATORE ORIZZONTALE.

(160) Il circuito dell'amplificatore di deflessione orizzontale è molto semplice; esso utilizza, quale valvola, la sezione TRIODO di un triodo-pentodo PHILIPS tipo ECL-80; ...

(161) ... i valori di tutti i componenti impiegati sono elencati ordinatamente in questa tabellina.

(**162**) Il principio di funzionamento dello stadio è quello comune a tutti gli amplificatori di Bassa Frequenza in classe A, accoppiati a resistenza - capacità, che possiamo raffigurarci prendendo in considerazione la curva caratteristica della valvola « I_a - V_g », ossia la curva che esprime per una data tensione anodica il valore della corrente anodica in funzione della tensione applicata sulla griglia, ...

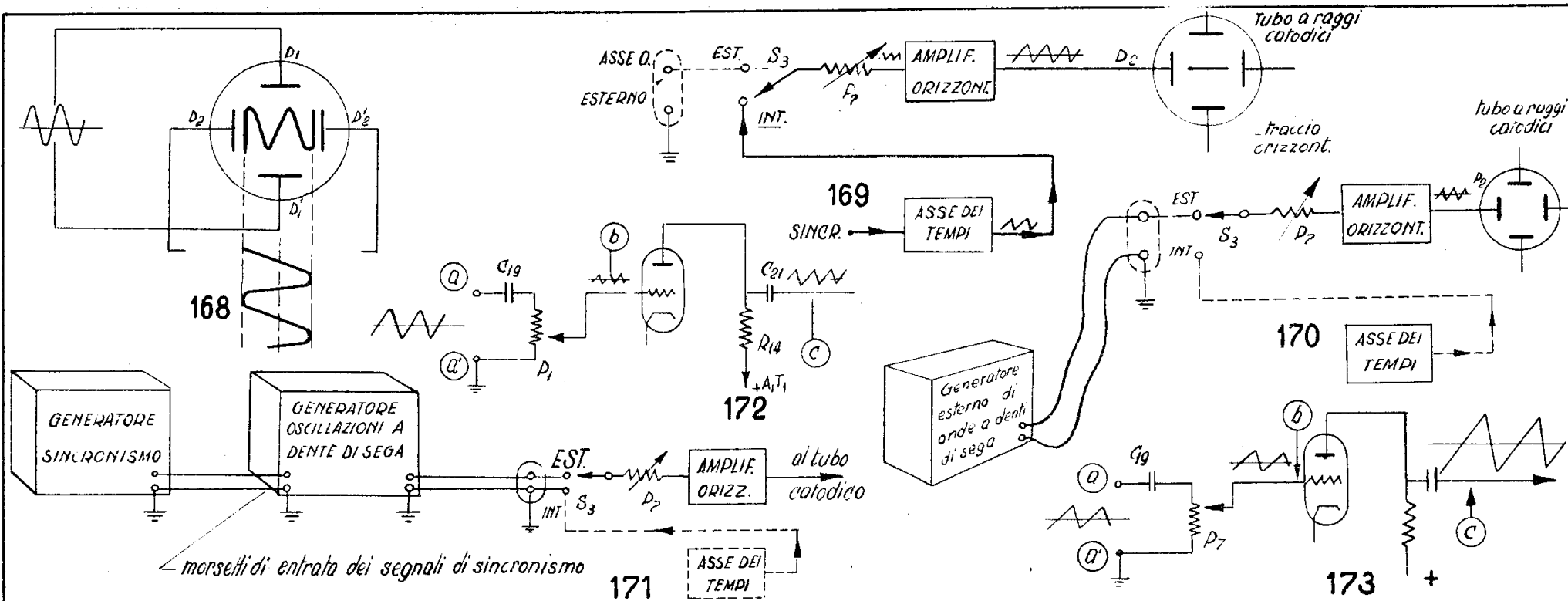
(**163**) ... come si vede in questa costruzione grafica rappresentativa.

Il punto **P** è il cosidetto **punto di lavoro** della valvola e va scelto, per ottenere una **uscita indistorta** (cioè dove la forma d'onda amplificata deve essere in tutto e per tutto simile a quella da amplificare, salvo logicamente la maggiore ampiezza) in modo che la escursione della tensione anodica corrispondente interessi un tratto rettilineo della caratteristica (punti A e B).

(**164**) Se il punto P è troppo in basso (ossia, quando il **potenziale - base** di griglia, che dipende dalla resistenza di auto-polarizzazione R_{13} in fig. 160, è eccessivamente negativo), data la curvatura della caratteristica (che in quel tratto prende il nome di **ginocchio-inferiore**) il segnale d'uscita non è amplificato simmetricamente, infatti l'ampiezza del tratto **p-b** è maggiore di quella del tratto **p-a.**

(**165**) Praticamente, se l'amplificatore orizzontale lavora nelle condizioni ora considerate, la forma d'onda riprodotta sullo schermo del tubo oscillografico assumerebbe, come mostra la figura, un'ampiezza orizzontale asimmetrica (con ampiezza orizzontale crescente).

(**166**) Questo genere di distorsione è la **distorsione di ampiezza** che ha luogo sia quando il punto di lavoro è **troppo negativo,** ancor più che nell'esempio di cui alla precedente fig. 164, ...

(**167**) ... oppure se il punto di lavoro corrisponde **ad** un potenziale-base di griglia **troppo poco** negativo, **nel qual** caso

viene interessato il **ginocchio superiore** della curva caratteristica, ossia il punto di saturazione della valvola.

(168) Nell'un caso o nell'altro ecco come apparirebbe distorta, sullo schermo del tubo, la rappresentazione di un'onda sinusoidale.

Le condizioni ideali di lavoro della valvola sono pertanto quelle corrispondenti al grafico della fig. 163.

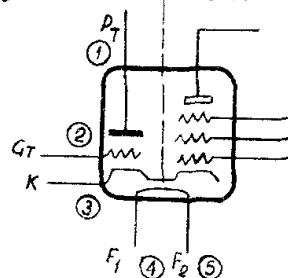
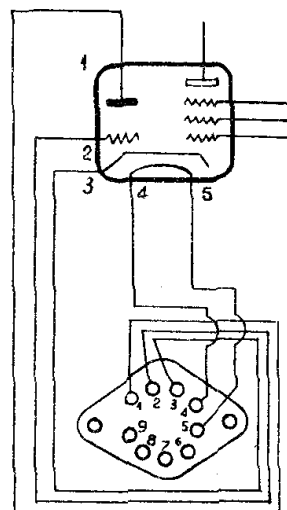
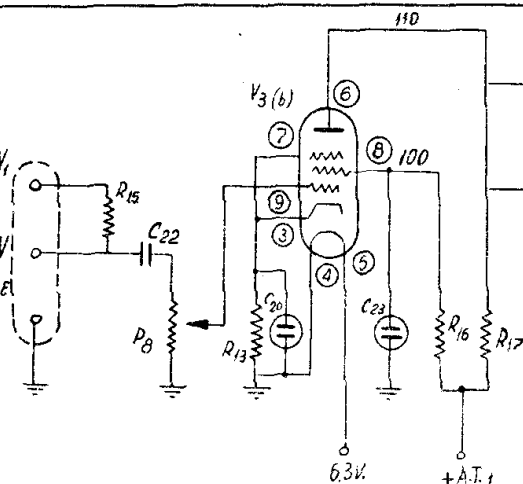
(169) L'entrata all'amplificatore di deflessione orizzontale è normalmente collegata all'asse dei tempi, il quale da solo produrrebbe delle oscillazioni a denti di sega di ampiezza insufficiente a produrre un adeguato spostamento orizzontale della traccia. Questa condizione di funzionamento è ottenuta deviando il commutatore S_3 nella posizione inferiore, di **« ASSE O. INT. »** (ossia **asse orizzontale interno**).

(170) Questo stesso commutatore S_3 permette però di distaccare l'asse dei tempi interno e di usarne in sua vece uno indipendente. In tal caso bisognerebbe deviarlo sulla posizione superiore **« ASSE O. EST. »** (cioè **asse orizzontale esterno**).

(171) NOTA: Quando si usa un generatore esterno di deviazione orizzontale, si tenga presente che la sincronizzazione deve essere introdotta anch'essa dall'esterno, perchè i relativi circuiti dell'oscilloscopio restano esclusi.

(172) Il potenziometro P_7 che (vedi schema fig. 160) è collegato fra il circuito di ingresso e la griglia-controllo dello stadio serve per regolare il livello di amplificazione (**AMPL. O**).

Per un dato segnale applicato all'ingresso (**punti a-a'**), se il cursore viene ruotato dalla parte della massa (girando l'apposita manopola verso sinistra), il segnale che entra sulla griglia (punto **b**) è una frazione di quello su **a-a'**, ed anche il segnale amplificato (punto c) sarà piccolo; ...

(173) ... portando il cursore verso l'altro estremo, la tensione

SIMBOLO	DENOMINAZIONE
V_{3B}	TRIODO-PENTODO PHILIPS Tipo ECL-80 (usata la sezione pentodo)
P_8	Potenziometro lineare da 500.000Ω (0,5 MΩ)
R_{15}	Resistenza fissa da 10MΩ (0,5 Watt).
R_{16}	Resistenza fissa da 500.000Ω (0,5 Watt).
R_{17}	Resistenza fissa da 100.000Ω (1 Watt).
C_{22}	Condensatore a carta 250.000 picofarad (0,25 μF)
C_{23}	" elettrolitico tubolare 8μF/500 V.
C_{24}	" a carta 250.000 picofarad (0,25 μF)
C_{25}	" " " 5.000 picofarad (0,005 μF)
R_{13} C_{20}	Vedi fig 160 e tabella fig. 161

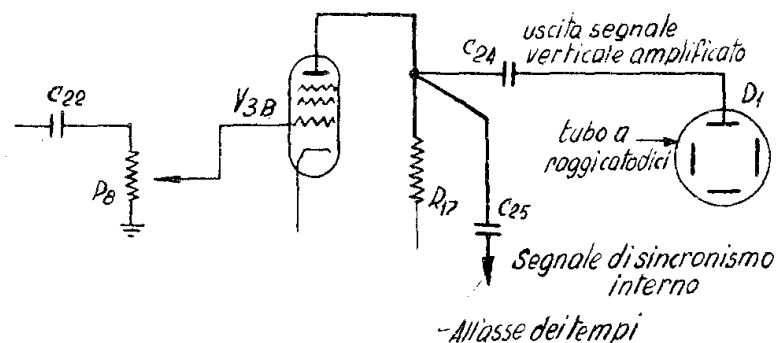
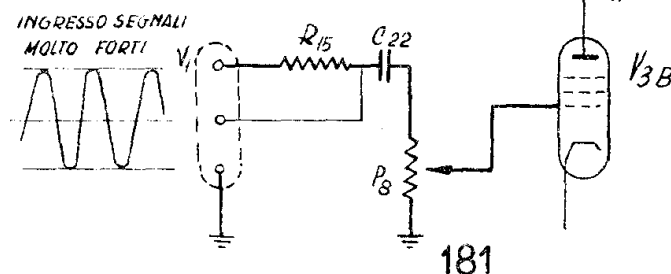
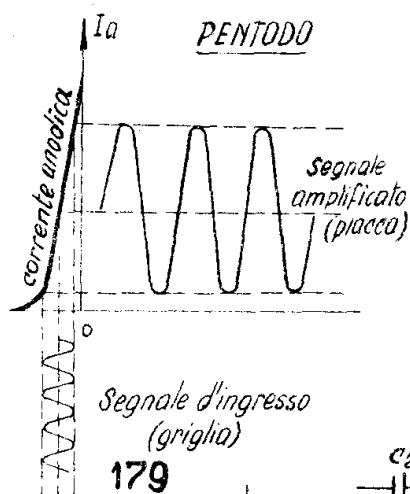
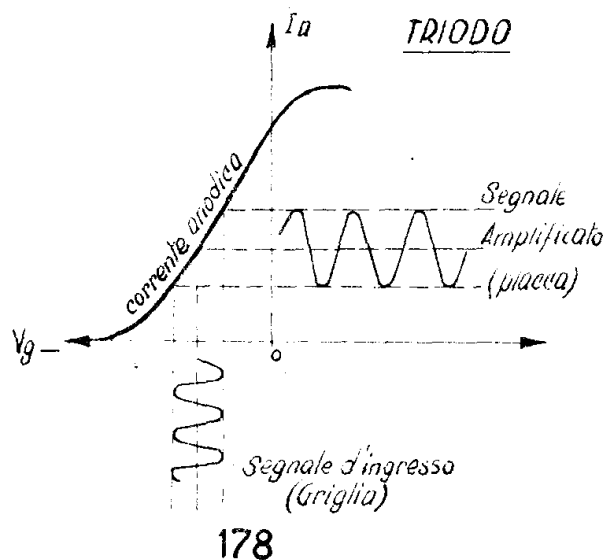
177

di segnale sulla griglia aumenta, e di conseguenza aumenterà l'ampiezza del segnale amplificato (ossia aumenterà la escursione in senso orizzontale della traccia sullo schermo del tubo catodico).
A posizioni intermedie del cursore di P_7 corrispondono amplificazioni intermedie. Se il potenziometro è ruotato tutto a destra lo stadio fornisce il massimo di amplificazione; se invece lo ruotiamo completamente a sinistra, ossia a massa, la amplificazione è zero perchè il segnale di ingresso alla griglia è nullo, e la traccia orizzontale si riduce in tal caso ad un punto.
(174) La struttura della valvola ECL-80, con particolare riguardo per gli elettrodi della sezione TRIODO è posta in evidenza da questa figura ...
(175) ... diamo infine un'altra rappresentazione dello stesso simbolo, con l'indicazione della corrispondenza fra gli elettrodi della valvola ed i contatti sullo zoccolo (visti dal di sotto).

2. 7) L'AMPLIFICATORE VERTICALE.

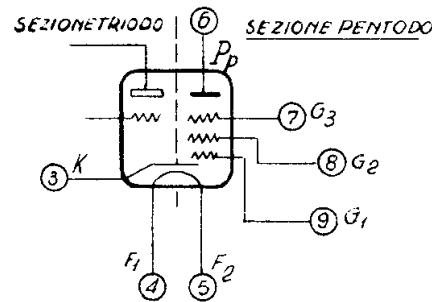
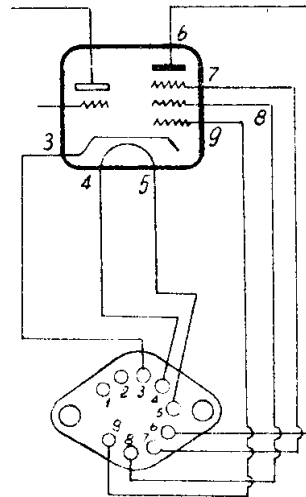
(176) L'amplificatore di deflessione verticale ha la funzione di elevare l'ampiezza del segnale che si vuole osservare sullo schermo del tubo, nel caso che il suo livello sia basso (vedi figg. 19 e 20).

Esso sfrutta la sezione **Pentodo** del triodo pentodo Philips ECL-80 (la parte triodo è stata usata nell'amplificatore orizzontale descritto nel precedente paragrafo), montato secondo il semplicissimo circuito di amplificatore B.F. in classe A. illustrato nella figura .

(177) ... e comprende oltre detta valvola anche il **gruppo di** componenti che sono elencati in questa tabella.

(178 - 179) Il principio di funzionamento è il medesimo già considerato a proposito dell'amplificatore orizzontale perciò non è il caso di ripeterci; osserveremo tuttavia che l'uso di un pentodo in luogo di un triodo permette di ottenere un grado di amplificazione molto maggiore, come appare evidente confrontando i due grafici (si noti che la **pendenza** della curva caratteristica del pentodo è assai più accentuata rispetto alla curva del triodo). La tensione di ingresso è eguale nei due casi.

(180 - 181) Osservando il circuito di ingresso, noteremo due morsetti V_1 - V (oltre quello di massa). Normalmente il segnale verrà applicato fra la massa ed il morsetto V; nel caso però che l'ampiezza del segnale stesso fosse molto elevato, si dovrà utilizzare il morsetto V_1, il quale non fa altro che includere in serie sull'ingresso normale una resistenza di attenuazione R_{15}, di valore molto alto (10 M Ω), e ciò affinchè l'azione regolatrice esercitata dal potenziometro P_8 regolatore dell'amplificazione dello stadio (**AMPL. V.**), sia sempre « dolce ».

Il condensatore C_{22} ha la funzione di bloccare l'eventuale componente a corrente continua del segnale d'ingresso, mentre lascia passare la componente alternativa (o comunque variabile).

(182) L'uscita dell'amplificatore in argomento è doppia. La prima va, attraverso il condensatore di accoppiamento C_{24}, alla placchetta verticale D_1 del tubo catodico, sulla quale trasferisce il segnale amplificato.

183

184

SEZIONE	PIEDINO	ELETTRODO
SEZIONE TRIODO	1	Placca
	2	griglia-controllo
SEZ. COMUNE	3	catodo
	4	filamento } 6.3 Volt/0.3 A
	5	filamento
SEZ. PENTODO	6	placca
	7	griglia di soppressione
	8	" schermo
	9	" controllo

185

L'altra uscita porta una frazione del segnale verticale, tramite la capacita C_{25}, all'asse dei tempi, allo scopo (già esaminato nel precedente paragrafo 2.5, figg. 139 e seguenti) di sincronizzarlo.

Per quanto riguarda i restanti componenti del circuito (figura 176) v'è poco da dire: R_{16} è la resistenza di griglia schermo che introduce una certa caduta di tensione affinchè su tale elettrodo venga ad essere applicata l'appropriata tensione di lavoro; il condensatore elettrolitico C_{33} provvede a mantenere detta tensione di schermo ad un valore costante.

Il gruppo R_{13} - C_{20} sul catodo è il medesimo dello stadio di amplificazione orizzontale, in quanto le due sezioni della valvola V_3 hanno un catodo comune.

(183 - 184) Diamo ora la disposizione degli elettrodi della sezione pentodo (V_3), nonchè la corrispondenza con i contatti dello zoccolo (visti dal di sotto).

(185) Nella tabella è riepilogata la posizione degli elettrodi del triodo-pentodo ECL-80.

2. 8) SCHEMA COMPLETO DELL'OSCILLOSCOPIO.

(186) Riunendo tutti gli stadi dell'oscilloscopio, e precisamente:

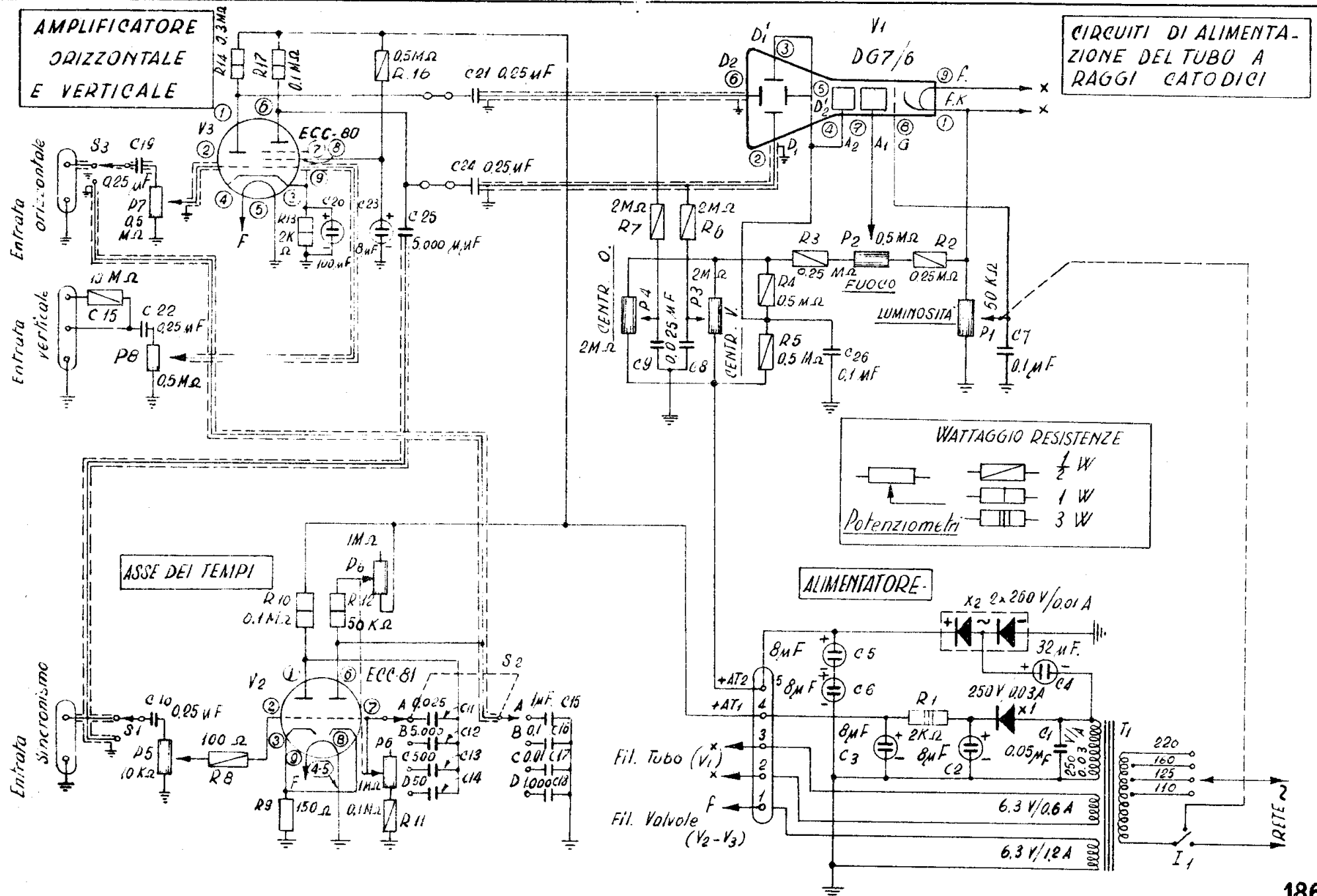
— l'alimentatore (fig. 28);
— i circuiti del tubo catodico (fig. 36);
— l'asse dei tempi (fig. 95);
— l'amplificatore orizzontale (fig. 160);
— l'amplificatore verticale (fig. 176);

in modo da rispettare lo schema generale di principio (stenogramma di fig. 2) si ottiene lo schema elettrico completo dello strumento).

Per comodità del lettore riassumiamo in tabelle tutti i componenti del circuito, raggruppati per:

— Tubi elettronici;
— Potenziometri;
— Resistenze;
— Condensatori;
— Commutatori;
— Componenti vari;

segnando accanto a ciascuno di essi, oltre il valore, il circuito del quale fanno parte ed un rapido cenno sulla rispettiva funzione.

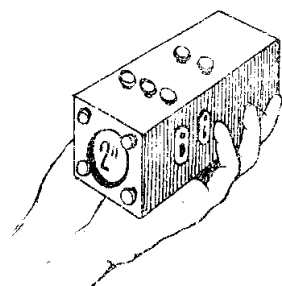
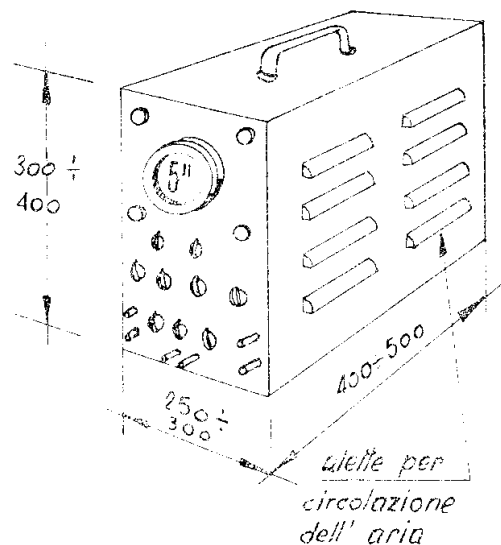
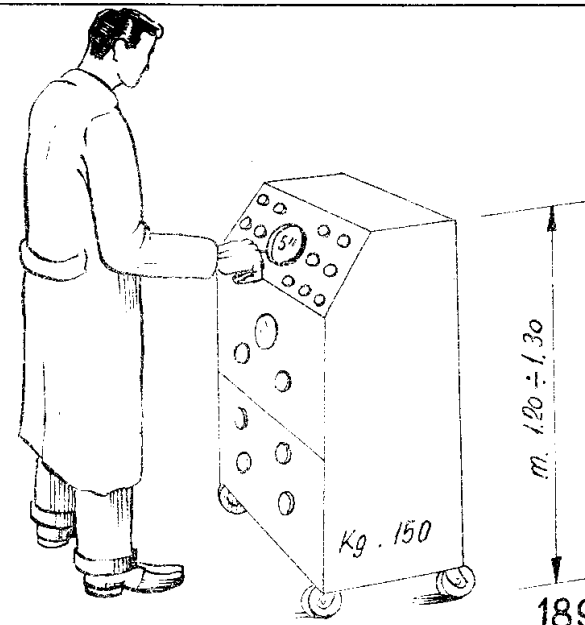
AMPLIFICATORE ORIZZONTALE E VERTICALE
CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE DEL TUBO A RAGGI CATODICI
V1 DG7/6
ECC-80
ECC-81
Entrata orizzontale
Entrata verticale
Entrata Sincronismo
ASSE DEI TEMPI
ALIMENTATORE-
WATTAGGIO RESISTENZE
1/2 W
1 W
3 W
Potenziometri
FUOCO
LUMINOSITÀ
CENTR. O.
CENTR. V.
Fil. Tubo (V1)
Fil. Valvole (V2-V3)
RETE
6.3 V/0.6 A
6.3 V/1.2 A
2x260 V/0.01 A
250 V 0.03 A
186

Simbolo	Denominazione	Circuito di Appartenenza	Funzione
	Tubi elettronici		
V1	Tubo a raggi catodici. PHILIPS DG7/6		Rappresentazione visiva dei fenomeni ricorrenti (forme d'onda) da osservare
V2	Doppio - Triodo PHILIPS ECC-81	Asse dei tempi (fig. 95)	Generazione delle oscillazioni a dente di sega
V3	Triodo - Pentodo PHILIPS ECL-80	Amplificatore orizzontale e verticale (figure 160-176)	Sezione *Triodo:* amplificatore orizzontale Sezione *Pentodo:* amplificatore verticale
	Potenziometri		
P1	Potenz. lineare 50 KΩ con interruttore	Tubo a raggi catodici (fig. 36)	Regola l'intensità luminosa della traccia sullo schermo del tubo. Interruttore generale.
P2	Potenz. lin. 0,5 MΩ	id. id. id.	Regola la messa a fuoco della macchia catodica
P3	id. id. 2 MΩ	id. id. id.	Regola il centraggio verticale della traccia
P4	id. id. 2 MΩ	id. id. id.	Regola il centraggio orizzontale della traccia
P5	id. id. 10 KΩ	Asse dei tempi (fig. 95)	Controlla l'ampiezza del segnale di sincronismo iniettato all'ingresso dell'asse dei tempi
P6	id. id. doppio 2 x 1MΩ	id. id. id.	Regola finemente e con continuità la frequenza di oscillazione dell'asse dei tempi
P7	id. id. 0,5 MΩ	Amplif. orizz. (fig. 160)	Controlla l'amplificazione orizzontale
P8	id. id. 0,5 MΩ	Amplif. verticale (fig. 176)	Controlla l'amplificazione verticale

Simbolo	Denominazione	Circuito di Appartenenza	Funzione
	Resistenze fisse		
R1	Resist. 2 KΩ 3 W	Alimentatore (fig. 28)	Filtraggio dell'A.T. 1 rettificata
R2	id. 0,25 MΩ - ½ »	Tubo catodico (fig. 36)	Resistenza di caduta nel circuito partitore di tensione
R3	id. 0,25 MΩ - ½ »	id. id.	id. come R 2
R4	id. 0,5 MΩ - ½ »	id. id.	Determinano la tens. di lavoro dell'anodo acceleratore e di una placchetta orizz. (D_2') e verticale (D_1')
R5	id. 0,5 MΩ - ½ »	id. id.	
R6	id. 2 MΩ - ½ »	id. id.	Resist. di carico della placchetta di deflessione verticale D 1
R7	id. 2 MΩ - ½ »	id. id.	Resist. di carico della plachetta di deflessione orizzontale D 2
R8	id. 100 Ω - ½ »	Asse dei tempi (fig. 95)	Resist. di smorzamento all'ingresso dell'asse dei tempi (contro eventuali oscillaz. parassitarie
R9	id. 150 Ω - 1 »	id. id.	Resist. di autopolarizz. e di accoppiamento catodico dello stadio multivibratore
R10	id. 0,1 MΩ - 1 »	id. id.	Resistenza di carico anodico triodo V2A
R11	id. 0,1 MΩ - ½ »	id. id.	Resistenza fissa di griglia triodo V2B
R12	id. 50 KΩ - 1 »	id. id.	Resistenza fissa di carico anodico triodo V2B

Simbolo	Denominazione	Circuito di Appartenenza	Funzione
		Segue: Resistenze fisse	
R13	id. 2 KΩ - 1 W	Amplif. orizz. e vert. (fig. 160 e 176)	Autopolarizzazione amplificatori orizzontale e verticale
R14	id. 0,3 MΩ - 1 »	Amplif. orizz. (fig. 160)	Carico anodico sezione triodo di V3 (amplif. orizzontale)
R15	id. 10 MΩ - ½ »	Ampl. vert. (figura 176)	Resistenza di attenuazione all'ingresso dell'ampliplificatore verticale
R16	id. 0,5 MΩ - ½ »	id. id.	Caduta di tensione per alimentaz. della griglia schermo
R17	id. 0,5 MΩ - ½ »	id. id.	Carico anodico sezione pentodo di V3
		Condensatori fissi	
C1	Cond. a carta 0,05/μF	Alimentatore (fig. 28)	Azione filtrante
C2 - C3	cond. elettrolitico 8 μF/500 V	id. id.	Livellamento dell'A.T.1
C4	Cond. Elettr. 32 μF/300 V	id. id.	Per il circuito di raddoppiamento dell'A.T.1
C5 - C6	Cond. Elettr. 8 μF/500 V	id. id.	Livellamento dell'A.T.2
C7	Cond. a carta 0,1 μF	Tubo catodico (fig. 36)	Fuga a massa eventuali segnali indensiderato sulla griglia del tubo catodico (disaccoppiamento)
C8	Cond. a carta 0,025 μF	id. id.	Condens. di fuga sulla placchetta verticale D 1 del tubo catodico

Simbolo	Denominazione	Circuito di Appartenenza	Funzione
		Segue: Condensatori fissi	
C9	Cond. a carta 0,025 μF	id. id.	Condens. di fuga sulla placchetta orizzontale D_2 del tubo catodico
C10	Cond. a carta 0,25 μF	Asse dei tempi (fig. 95)	Arresta la componente a corrente continua del segnale di sincronismo
C11	Cond. a carta 0,025 μF	id. id.	
C12	Cond. a carta 5.000 μμF	id. id.	Determinano le bande di frequenza di oscillaz., ad onde rettangolari, dell'asse dei tempi (C11 - C14)
C13	Cond. a mica 500 μμF	id. id.	
C14	Cond. a mica 50 μμF	id. id.	
C15	Cond a carta da 1 μF (n. 2 cond da 0,5 μF in parallelo)	id. id.	
C16	Cond a carta da 0,1 μF	id. id.	Determinano le bande di frequenza di oscillazione, a denti di sega, dell'asse dei tempi (C15 - C18)
C17	Cond. a carta da 0,01 μF	id. id.	
C18	Cond. a mica da 1.000 μμF	id. id.	
C19	Cond. a carta 0,25/μF	Amplif. orizz. (fig. 160)	Arresta la componente a corrente continua del segnale applicato all'ingresso dell'amplificatore orizzontale

Simbolo	Denominazione	Circuito di Appartenenza	Funzione
		Segue: Condensatori fissi	
C20	Cond. elettrol. 100 μF/25 V.	Amplif. orizz. e vert. (figg. 160 e 176)	Mantiene costante la tensione sul catodo (condensatore catodico)
C21	Cond. a carta 0,25 μF	Amplific. orizz. (fig. 160)	Accoppia l'amplif. orizz. alla placchetta orizz. D2 del tubo catodico
C22	Cond a carta 0,25 μF	Amplif. vertic. (fig. 176)	Arresta la componente a corr. continua del segnale applicato all'ingresso dell'amplif. verticale
C23	Cond. elettr. 8/μF/500 V	id. id.	Mantiene costante la tensione sulla griglia schermo
C24	Cond. a carta 0,25/μF	id. id.	Accoppia l'amplif. verticale alla placchetta verticale D1 del tubo catodico
C25	Cond. a carta 5.000μ F	id. id.	Trasferisce un po' del segnale vert. all'asse dei tempi (per il sincronismo interno)
C26	Cond. a carta 0,1 μF	Tubo catodico fig. 36	Disaccoppiamento

Simbolo	Denominazione	Circuito di Appartenenza	Funzione
		Commutatori	
S1	Commutatore a scatto 1 via - 2 posizioni	Asse dei tempi (fig. 95)	Commuta l'asse dei tempi su SINCRONISMO ESTERNO oppure SINCRONISMO INTERNO
S2	Commutatore rotativo 2 vie - 4 posizioni	Asse dei tempi (fig. 95)	Variazione a scatti della banda di frequenza di oscillazione dell'asse dei tempi
S3	Commutatore a scatto 1 via - 2 posizioni	Amplificatore orizzontale (figura 160)	Commuta l'amplif. orizzontale su ASSE DEI TEMPI ESTERNO oppure INTERNO
		Componenti vari	
T1	Trasformatore di alimentazione	Alimentatore (fig. 28)	Fornisce tutte le tensioni alternate A. T. e B. T. per il tubo catodico e per le valvole
X1	Raddrizzatore al selenio (250 V/0,03 A)	id. id.	Raddrizza l'A.T.1
X2	Raddrizzatore - duplicatore al selenio (2x260 V /0,01 A)	id. id.	Raddrizza e raddoppia l'A.T.$_1$
I_1	Interruttore generatore di rete (abbinato al potenziometro P 1)	id. id.	Per mettere in funzione l'oscilloscopio

187 188 189

CAPITOLO TERZO

QUALCHE CONSIDERAZIONE SULLE CARATTERISTICHE DEGLI OSCILLOSCOPI

3. 1) GENERALITA'.

La **bontà** di un oscilloscopio, ossia l'insieme delle prestazioni che esso può fornire (limiti di impiego, precisione, campo di applicazioni, ecc.) viene espressa mediante alcuni dati tecnici detti **caratteristiche**, i quali illustrano con linguaggio molto succinto le possibilità offerte dallo strumento.

Tratteremo molto sommariamente alcuni aspetti di tale argomento, sia allo scopo di completare la rassegna dei principi teorici su un piano più generale e sia per dar modo al lettore di valutare meglio i fattori limitativi del proprio strumento.

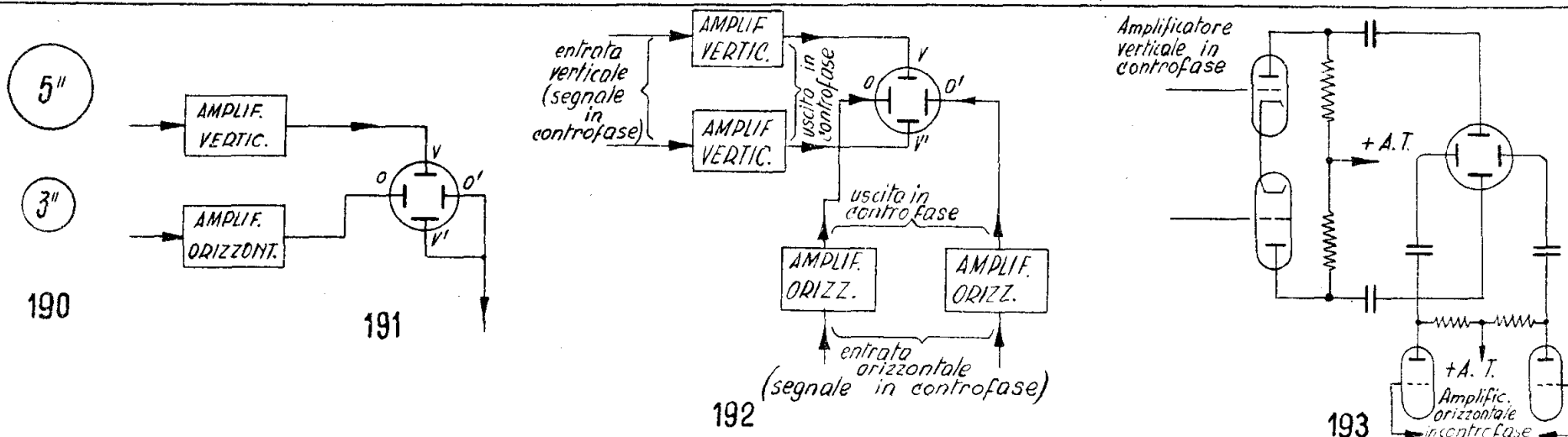
3. 2) CARATTERISTICHE MECCANICHE.

Indicano le dimensioni di ingombro (lunghezza, larghezza, altezza) ed il peso, fattori questi dipendenti dalla complessità dello strumento. Al riguardo ci limiteremo a dire che esistono: ...

(187) ... piccoli oscillografi portatili generalmente con tubo catodico da 5 cm. di diametro, di costruzione molto compatta. Per esigenze di spazio recano tutti gli organi di regolazione, le morsettiere di ingresso, ecc., montate sulla parte superiore e sulle fiancate della cassetta di protezione. Sono naturalmente di minimo peso.

(188) Gli oscillografi di tipo intermedio hanno di regola la forma da noi seguita per la costruzione dello strumento descritto nel fascicolo. La figura mostra delle dimensioni tipiche di modelli correnti con tubo da 5 pollici (12,5 cm.).

(189) Illustriamo infine l'aspetto di un grosso oscillografo da laboratorio (tubo da 5 pollici), montato su talaio munito di rotelle per facilità di spostamento.

190 191 192 193

3. 3) CARATTERISTICHE ELETTRICHE DI ALIMENTAZIONE.

Indicano semplicemente per quali tensioni di rete può funzionare lo strumento, che può essere dotato di trosformatore di alimentazione a primario universale, oppure no, ed il consumo in watt.

3. 4) CARATTERISTICHE DEL TUBO CATODICO.

Riguardano il diametro dello schermo del tubo, la sensibiltà di deflessione ed il tipo di deflessione (simmetrica od asimmetrica).

(190) Delle prime due abbiamo già parlato nel precedente capitolo; aggiungeremo semmai che i tubi più usati per oscillografi sono quelli con lo schermo da 3" e da 5" (75 e 125 mm rispettivamente). Questi ultimi naturalmente forniscono delle immagini più grandi. La figura illustra il rapporto che corre tra le dimensioni degli schermi dei tubi da 3" e da 5".

(191) In quanto al tipo di **deflessione,** se è **asimmetrica** ciò significa che i segnali verticale ed orizzontale vengono applicati ad una sola delle placchette corrispondenti (e questo è il caso del nostro oscilloscopio); ...

(192) ... nella deflessione **simmetrica** invece, i segnali vanno impressi su ambedue le coppie di placchette come è mostrato da questo schema di principio ...

(193) ... ed ancora meglio illustrato da questo circuito elettrico anch'esso di principio. Da notare che per ottenere la deflessione simmetrica bisogna ricorrere a stadi amplificatori in controfase.

Tale soluzione **è decisamente vantaggiosa,** perchè elimina degli inconvenienti di vario genere propri della deflessione asimmetrica (sfocalizzazione della traccia nei punti che sono più lontani dal centro dello schermo, maggior lentezza di movimento della traccia quando si regola il centraggio orizzontale e verticale, ecc.); inoltre l'amplificatore in controfase non introduce distorsioni.

D'altro canto però la deflessione simmetrica implica l'impiego di un maggior numero di valvole, complica il circuito e, alla fine, conduce ad un maggior costo dello strumento. Nei buoni oscillografi comunque è adottata la deflessione simmetrica.

3. 5) CARATTERISTICHE DELL'ASSE DEI TEMPI.

Il dato che interessa conoscere è il campo di frequenze coperto dal generatore di oscillazioni a denti di sega incorporato nello strumento. Diamo nella tabellina, a scopo informativo,

alcuni **limiti di frequenza** riferiti a tre categorie di oscillografi.

Qualità dello strumento	Limiti di frequenza dell'asse dei tempi	
	minima	massima
Tipi economici	10 ÷ 30 c/s	30.000 c/s
Tipi intermedi	5 ÷ 10 c/s	50.000 ÷ 60.000 c/s
Tipi da laboratorio	1 c/s ed anche meno	100 Kc/s ed anche oltre

L'intero campo di frequenze di deviazione orizzontale viene normalmente coperto in 5 o 6 scatti, ciascuno dei quali a sua volta viene « esplorato » con continuità mediante una regolazione « fina ».

Riportiamo ancora tre esempi di suddivisione dell'intera banda di frequenza dell'asse dei tempi in intervalli commutabili a scatti, riferite ad altrettanti esemplari di oscillografi tipici appartenenti alle categorie summenzionate:

Oscillografo tipo economico		Oscillografo tipo intermedio		Oscillografo tipo laboratorio	
1° Scatto	da 10 c/s a 50 c/s	1° Scatto	da 20 c/s a 100 c/s	1° Scatto	da 0,5 c/s a 5 c/s
2° »	da 50 c/s a 250 c/s	2° »	da 100 c/s a 500 c/s	2° »	da 3 c/s a 30 c/s
3° »	da 250 c/s a 1250 c/s	3° »	da 500 c/s a 2500 c/s	3° »	da 25 c/s a 250 c/s
4° »	da 1200 c/s a 6000 c/s	4° »	da 2500 c/s a 12500 c/s	4° »	da 200 c/s a 2000 c/s
5° »	da 6000 c/s a 30000 c/s	5° »	da 12000 c/s a 60000 c/s	5° »	da 1500 c/s a 15000 c/s
				6° »	da 10000 c/s a 100000 c/s

Da notare che, per ogni scatto, la frequenza superiore è un multiplo intero di quella più bassa(il quintuplo, nei primi due esempi ed il decuplo nel terzo), il che si ottiene scegliendo opportunamente i valori dei componenti (capacità e resistenze) dell'asse dei tempi che determinano la frequenza di oscillazione. Si noti anche, nel terzo esempio, l'ampia sovrapposizione di frequenza tra i limiti di uno scatto e quelli dello scatto precedente o successivo.

3. 6) GLI AMPLIFICATORI ORIZZONTALE E VERTICALE.

Le caratteristiche di questi stadi, e sopratutto dell'amplificatore verticale, influiscono in misura determinante sulle prestazioni di un oscilloscopio, eppertanto nei buoni strumenti i requisiti sono molto severi. Essi riguardano essenzialmente:

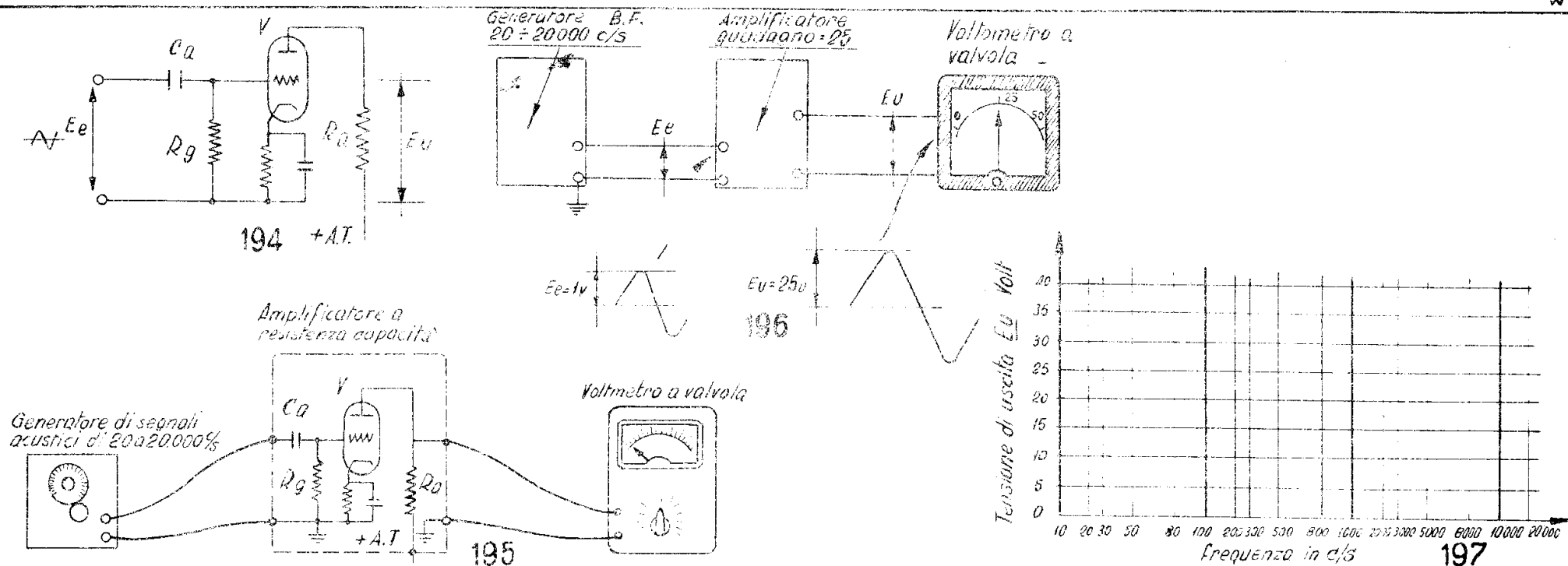
e) la curva di risposta;

f) il grado di amplificazione;

g) l'impedenza di entrata.

La curva di risposta e il grado di amplificazione:
Tratteremo assieme queste due caratteristiche perchè sono strettamente interdipendenti.

(194) Gli amplificatori usati negli oscillografi sono del tipo « ad **accoppiamento per resistenza-capacità** », di cui diamo nella figura lo schema di principio. Notiamo in esso che il segnale d'Entrata **Ee**, da amplificare, viene applicato alla griglia della valvola **V** attraverso il condensatore di accoppiamento **Ca**; **Rg** è la resistenza di griglia ed **Ra** la resistenza di carico anodico della valvola, ai capi della quale si ricava il segnale amplificato **Eu**.

Figuriamoci adesso di avere a disposizione gli strumenti necessari per approntare e quindi svolgere la seguente esperienza:

(195) Si collega all'ingresso dell'amplificatore in questione un **generatore di segnali di B.F.**, uno strumento cioè che produce delle oscillazioni sinusoidali di frequenza, regolabile a volontà, compresa tra 20 e 20.000 c/s.

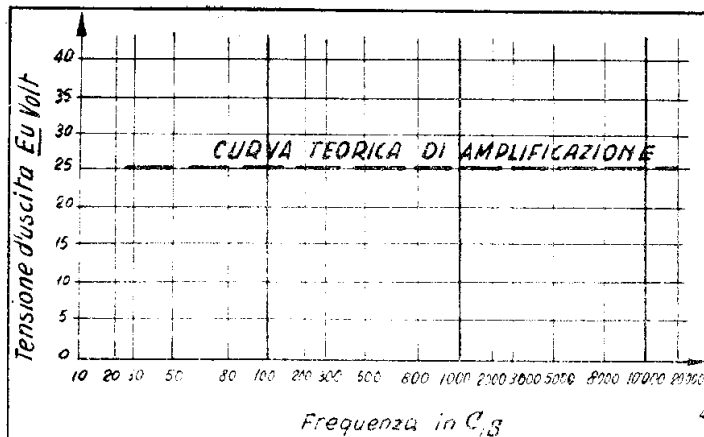
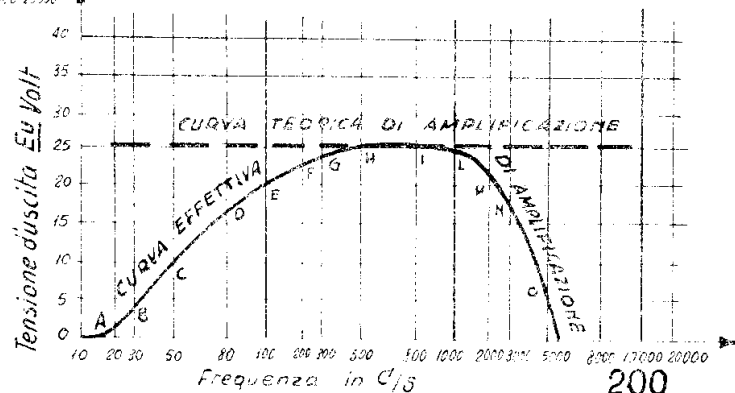
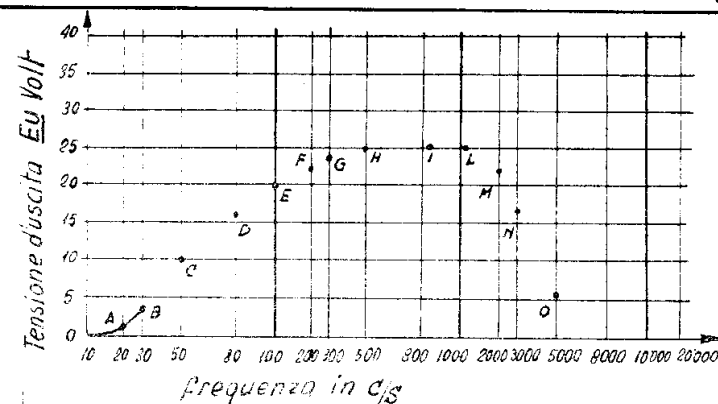
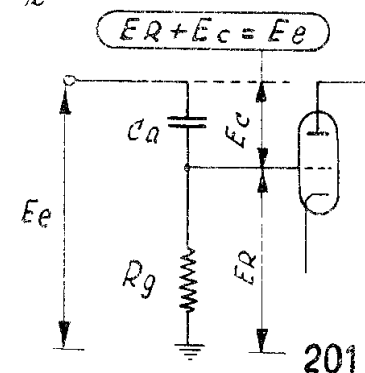
All'uscita dello stadio si collega invece un **« voltmetro a valvola »**, ossia uno strumento che misura la tensione del segnale amplificato **Eu** (e **non**, si badi bene, la tensione anodica in corrente continua).

(196) Supponiamo inoltre: 1) che il generatore dia un segnale di ampiezza costante, ad es. 1 volt, quale che sia la frequenza fonica entro la banda 20 ÷ 20.000 c/s; 2) che lo stadio fornisca una amplificazione (o, come si dice in gergo tecnico un **guadagno**) di 25 volte, vale a dire l'uscita sarebbe 25 volte la tensione d'ingresso, (nel nostro caso 1 volt × 25 = 25 volt di ampiezza del segnale **Eu**).

(197) Lo scopo dell'esperienza è quello di ricavare la curva di amplificazione, o **di risposta**, dello stadio in esame; vedremo poi quali utili insegnamenti trarre dai risultati.

Per costruire il relativo diagramma occorre munirsi di un apposito foglio di carta per « grafici », con un asse **logaritmico** ed uno millimetrico.

Quindi si passa alla scrittura dei valori sulle « scale » ossia segneremo sull'asse orizzontale (quello logaritmico) le frequenze e su quello verticale le tensioni di uscita, che secondo i dati assunti nell'esempio dovrebbero avere il valore costante di 25 Volt.

(**NOTA:** L'uso di una scala logaritmica è imposto **dalla necessità** di introdurre nell'asse orizzontale dei valori **compresi** entro limiti molto estesi senza dover costruire un **grafico di enormi dimensioni.** Dovendo infatti indicare tutte le **frequenze** comprese fra 20 c/s e 20.000 c/s, se usassimo ad **esempio** la scala di 1 mm. per ogni periodo, l'asse **orizzontale dovrebbe** avere una larghezza di 20.000 mm. **ossia di 20** metri).

(198) Mettiamo finalmente in funzione il generatore di segnali B.F., lo stadio amplificatore ed il voltmetro a valvola e leggiamo la tensione di uscita **Eu** su quest'ultimo strumento in relazione alla frequenza del segnale applicato all'ingresso. **Teoricamente**, siccome lo stadio amplifica 25 volte, si dovrebbe avere sempre una tensione **Eu** = 25 Volt, (perchè abbiamo immaginato di applicare 1 Volt di segnale all'entrata), per tutte le frequenze da 20 c/s a 20.000 c/s. Sul diagramma rappresenteremo questo stato di cose mediante la linea tratteggiata.

(199) In pratica, viceversa, se si varia la frequenza del segnale di ingresso (mantenendolo **sempre** al livello di 1 Volt) noteremo sul voltmetro a valvola che la tensione d'uscita ha un valore intorno a quello teorico entro certi limiti di frequenza (supponiamo: da 300 a 1.500 c/s), mentre al disotto ed al disopra di tali frequenze-limite (sotto 300 c/s e sopra 1.500 c/s, nell'esempio indicativo) la tensione d'uscita **Eu** diminuisce rapidamente man mano che la frequenza si allontana dai limiti in questione e tende al valore zero.
Riportando le letture fornite dallo strumento sulla carta, per ogni valore di frequenza, 20 c/s, 30 c/s .... ecc., fino a 5.000 c/s, punti A, B, C, D, ecc. ...

(200) ... e congiungendo i punti stessi, si otterrebbe una curva più o meno quale è rappresentata in figura (in questo esempio i valori sono stati scelti a caso).

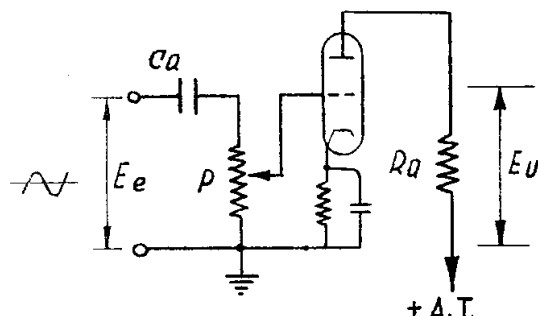
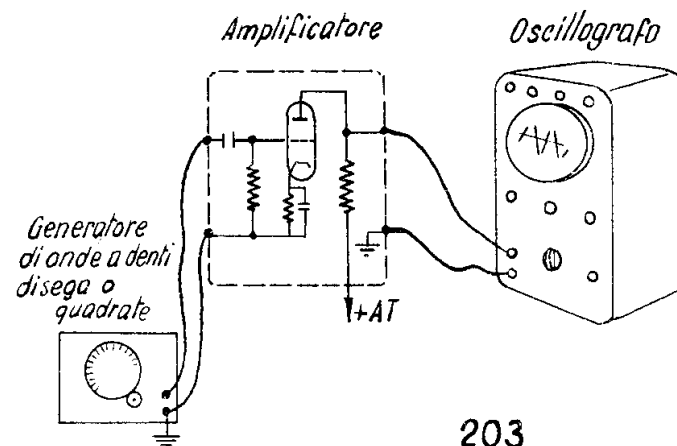
Le conclusioni importanti che si deducono sono due:

1) l'amplificatore non dà un guadagno costante al **variare** della frequenza,

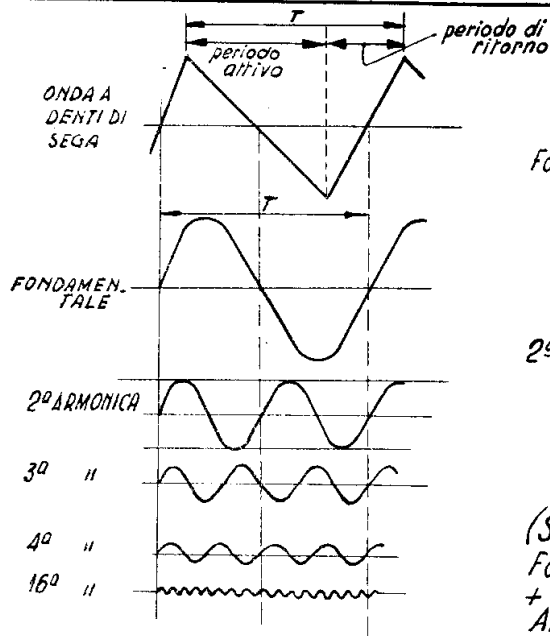
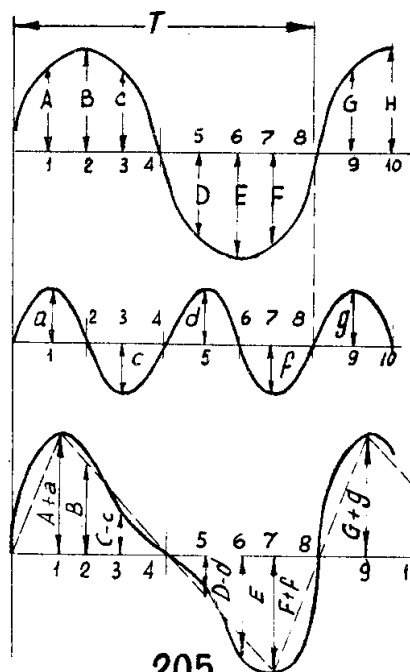
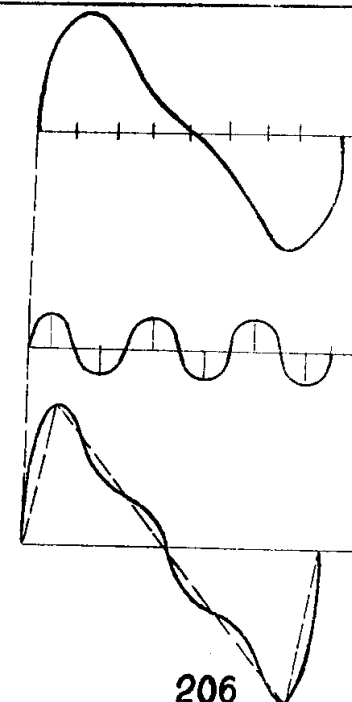
2) oltre certi limiti di frequenza, abbastanza ristretti, il guadagno decresce progressivamente fino ad annullarsi.

(201) La causa principale di questa variazione del grado di amplificazione a seconda della frequenza del segnale, risiede

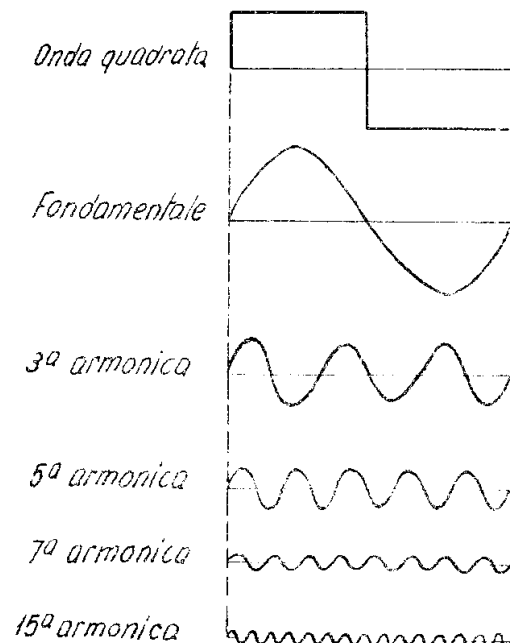
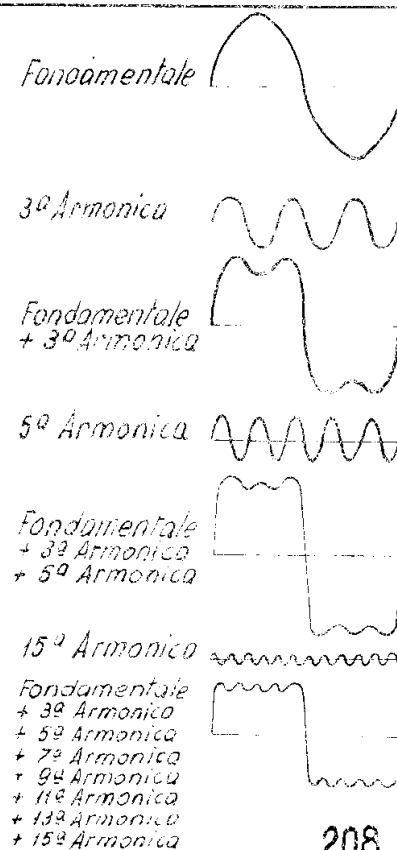
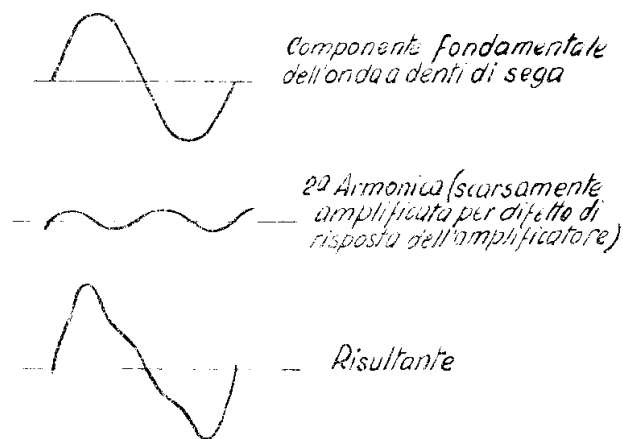
202

203

nel condensatore di accoppiamento **Ca**.
Il condensatore **Ca** in parola e la resistenza di griglia **Rg**, formano un partitore di tensione: **Ec** è la tensione di segnale che si sviluppa ai capi del condensatore ed E_R quella ai capi della resistenza, che viene applicata alla griglia della valvola seguente.
Mentre però il valore **Rg si mantiene costante**, perchè questo elemento è una resistenza ohmica pura, **la reattanza** della capacità **Ca** varia in proporzione inversa alla frequenza (se la frequenza aumenta, la reattanza capacitativa diminuisce, e viceversa).
Concludendo, quando la reattanza **varia** (in seguito alla variazione di frequenza), il rapporto fra le tensioni **Ec** ed **Er** viene modificato e quindi varia il livello della tensione di segnale applicato alla griglia, malgrado il segnale di ingresso **Ec** si mantenga costante (Ec + Er = Ee).
(202) Nel caso di **segnali sinusoidali** (per motivi che chiariremo tra poco), ed entro certi limiti di frequenza, si può ottenere un guadagno quasi uniforme correggendo manualmente l'amplificatore mediante un potenziometro **P** montato al posto della resistenza di griglia, tenendo il segnale di ingresso ad un livello basso entro il campo di frequenza in cui lo stadio fornisce il massimo di amplificazione (nel precedente esempio, da 300 c/s a 1.500 c/s) ed aumentando progressivamente il segnale d'entrata sulla griglia via via che l'amplificazione diminuisce.

OSSERVAZIONE IMPORTANTE.

Riteniamo giunto il momento di rammentare che una delle principali applicazioni degli oscillografi è il controllo della « forma d'onda » d'un segnale all'uscita di un qualsiasi circuito in prova, per accertare che il circuito stesso non introduca delle deformazioni, o **distorsioni**, per sua causa. Affinchè tale misura qualitativa sia attuabile, è evidente che l'oscilloscopio non deve a sua volta essere causa di distorsioni, in altre parole, l'amplificatore verticale dello strumento deve essere **lineare** entro ampi limiti di frequenza, restituendo alla uscita un segnale che, a parte l'ampiezza, abbia l'identica forma di quello d'ingresso.

(203) Eseguiamo ora un'altra ipotetica esperienza per studiare il comportamento del medesimo amplificatore, applicando però all'ingresso prima delle onde a denti di sega e poi delle onde quadrate e non più dei segnali sinusoidali. Al voltmetro a valvola sostituiremo un oscillografo da laboratorio (cioè di ottime caratteristiche) per **vedere** la forma del segnale amplificato il quale, **teoricamente**, dovrebbe avere la medesima forma come all'entrata.

204 205 206

(204) Cominciamo intanto a renderci conto di un fatto molto importante: qualsiasi onda a denti di sega di periodo T è la risultante della somma di un'onda sinusoidale, avente il medesimo periodo T, con le **sue armoniche**.
Ricordiamo che, dato un segnale sinusoidale di frequenza qualsiasi **F** detta **fondamentale**, le armoniche sono dei segnali aventi una frequenza multiplo intero della fondamentale. Così ad esempio, se la fondamentale ha la frequenza di 1.000 c/s, la 2ª armonica avrà una frequenza 2 × F (ossia 2 × 1.000 = = 2.000 c/s); la terza armonica sarà 3 × F (ossia 3 × 1.000 = 3.000 c/s); ..... la decima armonica sarà 10 × F (ossia 10 × 1.000 = 10.000 c/s). Ed ancora, se la fondamentale ha la frequenza di 15.000 c/s, avremo: 2ª armonica = 2 × × 15.000 = 30.000 c/s; 3ª armonica = 3 × 15.000 = 45.000 c/s; ..... 8ª armonica = 8 × 15.000 = 120.000 c/s, ecc. ecc. ...
Le armoniche di un segnale, quando si sviluppano contemporaneamente alla fondamentale hanno un'ampiezza che decresce quanto più l'armonica è d'ordine elevato, come è raffigurato nel disegno.

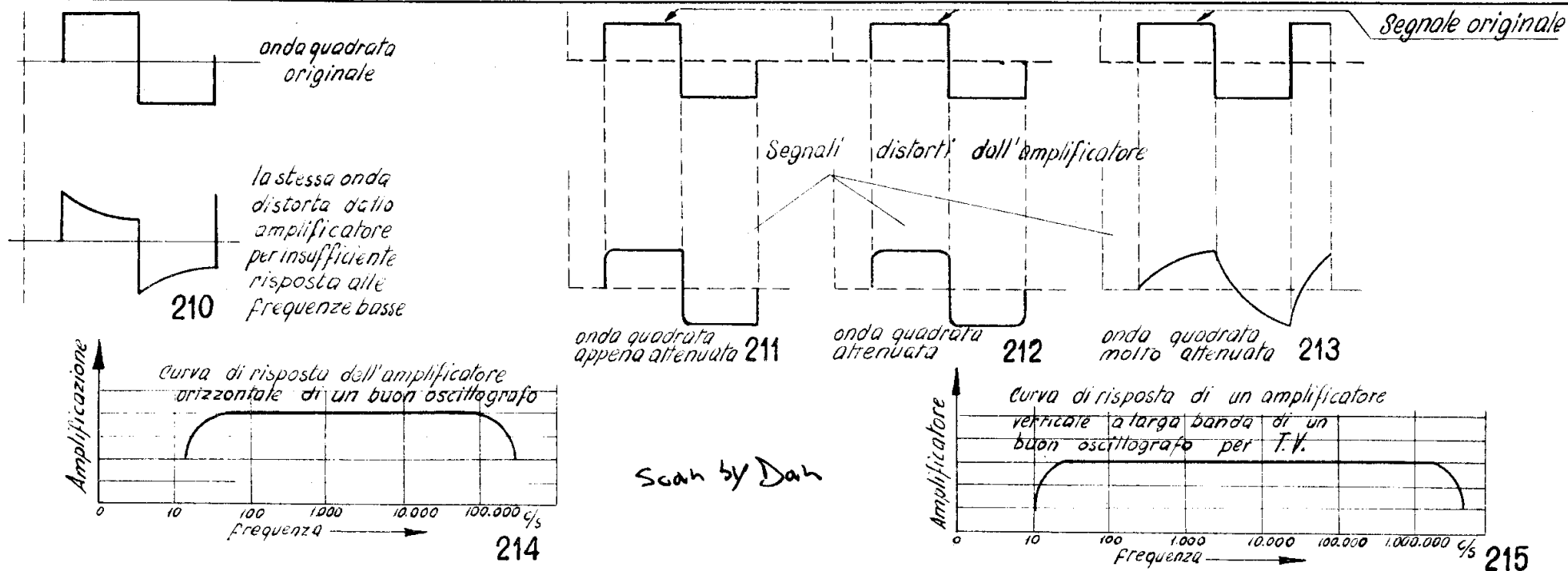
(205) Questo grafico dimostra sulla carta, sia pure in modo approssimativo, la verità di quanto abbiamo ora affermtato; esso rappresenta: in (I) una sinusoide che costituisce la fondamentale, in (II) la 2ª armonica di questa, ed in (III) la somma della fondamentale con la sua 2ª armonica. La forma d'onda della risultante già comincia ad avvicinarsi all'andamento di un oscillazione a denti di sega (linea tratteggiata), di eguale frequenza.
Notiamo nel grafico della frequenza-somma che nell'istante (1) l'ampiezza è un segmento **A + a**, pari alla somma del valore istantaneo **A** della fondamentale più quello istantaneo **a** della 2ª armonica, ambedue positive. Nell'istante (2) la risultante ha una ampiezza **B** eguale a quella della fondamentale, perche la 2ª armonica ha valore zero. Nell'istante (3) la risultante **C - c** è pari alla differenza tra il valore istantaneo

C della fondamentale **positiva,** e quello istantaneo **c, negativo,** della 2ª armonica. Nell'istante (4) ambedue le componenti hanno valore nullo e quindi la somma è zero, e così di seguito.

(206) Se adesso sommiamo a questa risultante la 3ª armonica otteniamo una nuova risultante la cui forma si avvicina ancor più all'andamento a denti di sega. Per ottenere questa ultima dovremo continuare a sommare altre armoniche, **almeno fino alla decima.**

(207) Anche le onde quadrate sono scomponibili in una oscillazione sinusoidale della medesima frequenza accompagnata delle sue armoniche **dispari** (3ª, 5ª, 7ª, ... ecc.) ...

(208) ... come si può constatare eseguendo sulla carta la somma dei valori istantanei delle componenti. Da rilevare che le onde quadrate sono ancora **più ricche** di armoniche delle onde a denti di sega.

I chiarimenti forniti a proposito delle due forme d'onda a denti di sega e quadrate ci permettono finalmente di trarre una conclusione importante: per amplificare questi segnali è assolutamente necessario che lo stadio amplificatore fornisca una risposta lineare estesa fino ad una frequenza corrispondente ad un'armonica di ordine elevato della fondamentale di quel segnale (in linea teorica, almeno fino alla 10ª armonica), altrimenti il segnale amplificato è distorto.

(209) Se consideriamo ancora la curva di risposta ipotetica del nostro amplificatore, rappresentata in fig. 200, e supponiamo di applificare all'ingresso (esperimento di fig. 203)

un'onda a denti di sega avente la frequenza di 3.000 c/s, già possiamo prevedere sul grafico di fig. 200 che il segnale di uscita, riprodotto sullo schermo dell'oscilloscopio, avrà la forma di una sinusoide distorta (e non di un dente di sega), perchè l'amplificazione della 2ª armonica (6.000 c/s) è quasi nulla ed è decisamente nulla l'amplificazione delle armoniche (3ª, 4ª, ecc.) più elevate.

(210) E se al medesimo circuito amplificatore applichiamo un'onda quadrata di frequenza molto bassa (ad esempio 50 c/s) vedremo sullo schermo dell'oscilloscopio un segnale come questo, perchè lo stadio in parola ha una curva di risposta che esalta le frequenze armoniche del segnale originale mentre **attenua** fortemente le frequenze inferiori ai 300 c/s e superiori ai 1.500 c/s.

(211) Se l'onda quadrata ha invece una frequenza piuttosto alta, ad es. 1.000 c/s, il risultato sarà come in figura, perchè le armoniche vengono amplificate troppo scarsamente.

(212-213) Man mano che la frequenza fondamentale del segnale quadrato aumenta, il segnale all'uscita dell'amplificatore viene distorto come è mostrato nelle figure, per le ragioni già dette.

Inutile dire che gli amplificatori orizzontale e verticale di un buon oscilloscopio devono possedere caratteristiche tali da riprodurre **fedelmente** la forma del segnale ad essi amplificato.

3. 7) AMPLIFICATORI A LARGA BANDA PER OSCILLOSCOPI.

(214) L'amplificatore orizzontale di un oscilloscopio di buone qualità, all'ingresso del quale vengono applicate le oscillazioni a denti di sega dell'asse dei tempi, dovrebbe avere una risposta lineare estesa almeno da 20 a 100.000 c/ (100 kc/s) e magari oltre, fino a 200 Kc/s. Caratteristiche analoghe si richiedono all'amplificatore verticale.

(215) Tuttavia, se con lo strumento si volesse ad esempio esaminare in ogni dettaglio il segnale a video-frequenza su

Amplificatore compensato sulle frequenze basse

Ca Ra Rb Rg Cs Cb + A.T

218

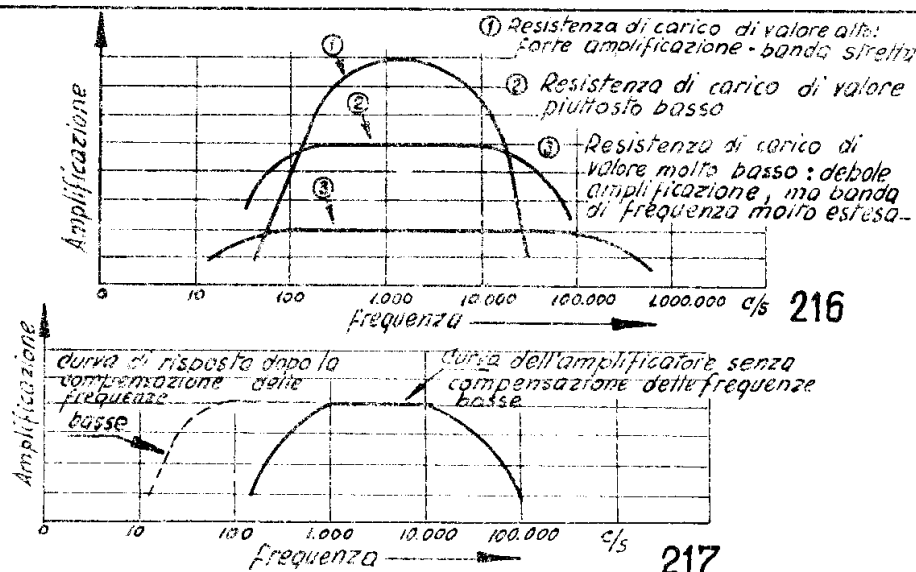
Amplificatore compensato sulle frequenze alte

Cg La Ra Cb Rb + A.T.

220

Effetto di compensazione sulle frequenze alte prodotto dall'induttanza La, risonante su circa 1.000.000 c/s.

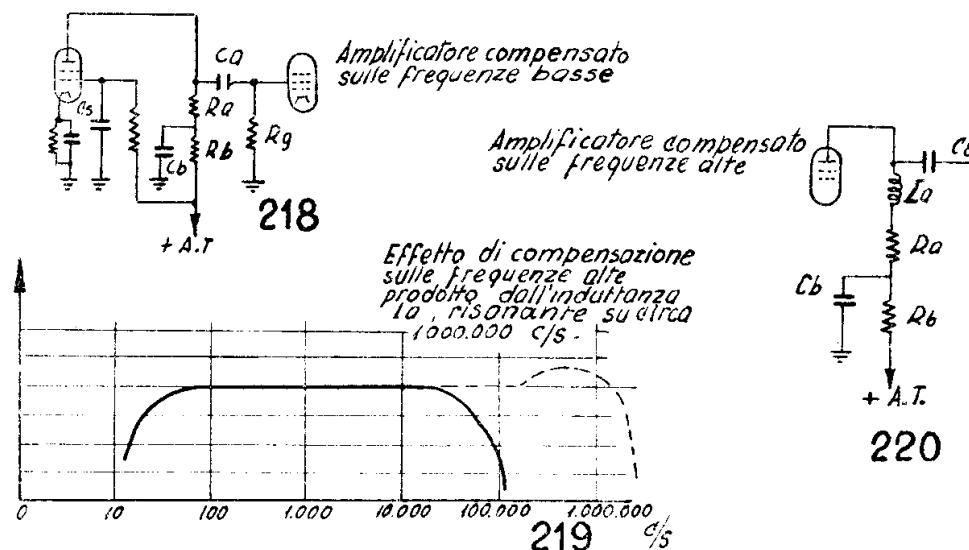
0 10 100 1.000 10.000 100.000 1.000.000 c/s

219

un ricevitore televisivo, le prestazioni richieste all'amplificatore verticale diventano assai più rigorose, in quanto occorrerebbe una linearità estesa fino a circa 5÷6 Mc/s (5-6.000.000 c/s).

Per ottenere questi risultati gli stadi amplificatori assumono però ben altre complicazioni circuitali, in quanto occorre introdurre degli elementi di **compensazione** per correggere la curva di risposta.

(216) Il metodo più semplice che viene seguito correntemente per **allargare** la curva in parola, consiste nel tenere molto in basso il valore della resistenza di carico anodico dello stadio (**Ra** in fig. 194). Esso però non basta a risolvere il problema ed inoltre conduce ad una forte perdita di guadagno complessivo dello stadio, così da rendere inevitabile l'aggiunta di almeno un altro stadio di amplificazione, ed anche di più se la banda passante è molto ampia.

(217) L'estensione della risposta verso le frequenze basse (o, come si dice, la **compensazione delle frequenze basse**) ...

(218) ... viene ottenuta adoperando per il condensatore di accoppiamento **Ca** un valore di capacità molto alto perchè in tal modo **lascia passare** meglio (senza attenuarle troppo) le frequenze basse; anche la resistenza di griglia **Rg** deve avere un valore il più possibile elevato.

Inoltre, si inserisce nel circuito anodico una **rete** di compensazione **Rb - Cb** (naturalmente questi componenti vanno scelti di valore adeguato) che ha per effetto di aumentare l'impedenza di carico e quindi il guadagno sulle frequenze basse. Se la valvola è un pentodo, anche il condensatore **Cs sulla** griglia-schermo deve avere un valore adatto.

(219) La **compensazione delle frequenze alte,** più difficoltosa, si effettua invece mediante un induttanza **La** in serie al circuito anodico, la quale forma con le capacità parassite del circuito stesso un sistema **risonante** che ...

(220) .. fa aumentare l'amplificazione in corrispondenza di un determinato valore di frequenza dell'estremo superiore, dove il guadagno sarebbe notevolmente scemato.

La tecnica seguita per la compensazione è comunque **la** medesima applicata nei confronti degli amplificatori **a videofrequenza** dei ricevitori televisivi, pertanto dobbiamo limitarci ai pochi cenni di carattere generale fin qui esposti.

(**221**) Ad ogni modo diamo un esempio di stadio amplificatore a larga banda, compensato per le frequenze basse ed alte.

3. 7) IL CIRCUITO DI INGRESSO DEGLI AMPLIFICATORI PER OSCILLOSCOPI.

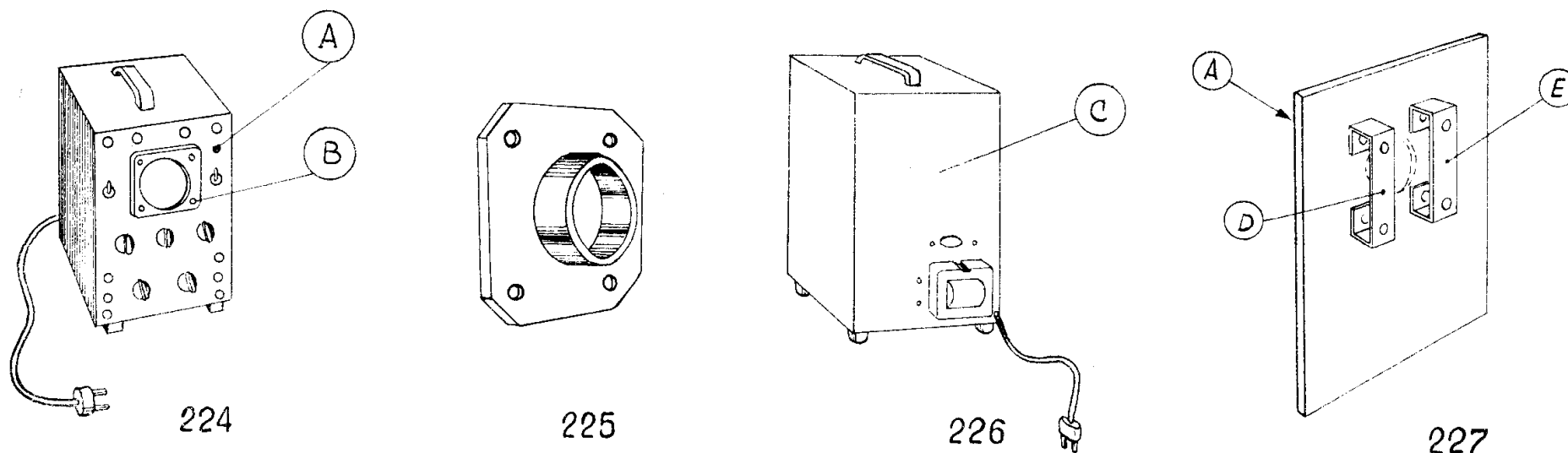
E' anch'esso uno dei punti per così dire « delicati » di questi strumenti, in quanto deve offrire una elevata impedenza ed una capacità bassissima, altrimenti sarebbe causa di distorsione del segnale.

In particolare, la capacità provoca un'attenuazione delle frequenze alte, cosicchè se il segnale da osservare è a denti di sega o quadrato si otterrebbero dei risultati come in figg. 209-210-211-212 e 213. Nei buoni strumenti la capacità d'ingresso non supera i 20-30 picofarad.

Quanto all'impedenza sappiamo, dai principi della radiotecnica, che se si pone in parallelo ad un circuito una impedenza di valore basso (rappresentata in questo caso dal circuito di ingresso dell'oscillografo, ammesso che soffra di tale deficienza), quel circuito verrebbe « caricato » e la tensione del segnale ivi presente che si vorrebbe osservare sullo schermo dello strumento risulterebbe smorzata. Di conseguenza la immagine riprodotta non corrisponderebbe alla forma d'onda effettiva, **per colpa dello strumento** e non del circuito in prova.

(**222**) L'ideale sarebbe di mantenere questa impedenza di entrata all'oscilloscopio ad un valore possibilmente costante sopra una banda di frequenze molto estesa; ma tale condizione non può essere soddisfatta se all'ingresso c'è un controllo di amplificazione a potenziometro (v. fig. 202), come abbiamo fatto per semplicità. In questo caso il valore della impedenza cambia a seconda della posizione del cursore del potenziometro ed il risultato sarà una distorsione di frequenza (e di fase) del segnale applicato.

Per eliminare detto inconveniente i buoni oscillografi hanno all'entrata dell'amplificatore verticale a larga banda un sistema **attenuatore compensato**, che varia a scatti il grado di amplificazione ...

(**223**) ... mentre la regolazione continua del guadagno è affidata ad un potenziometro di basso valore inserito nel circuito catodico dello stadio d'ingresso. Questo stadio (detto ad **accoppiamento catodico**) non contribuisce all'amplificazione vera e propria, ma presenta ottime caratteristiche di trasferimento ai successivi stadi compensati di segnali compresi entro una banda molto estesa di frequenze.

PARTE SECONDA

DESCRIZIONE, REALIZZAZIONE E MONTAGGIO DELLE PARTI MECCANICHE DELL'OSCILLOSCOPIO

CAPITOLO QUARTO

4. 1) GENERALITA'.

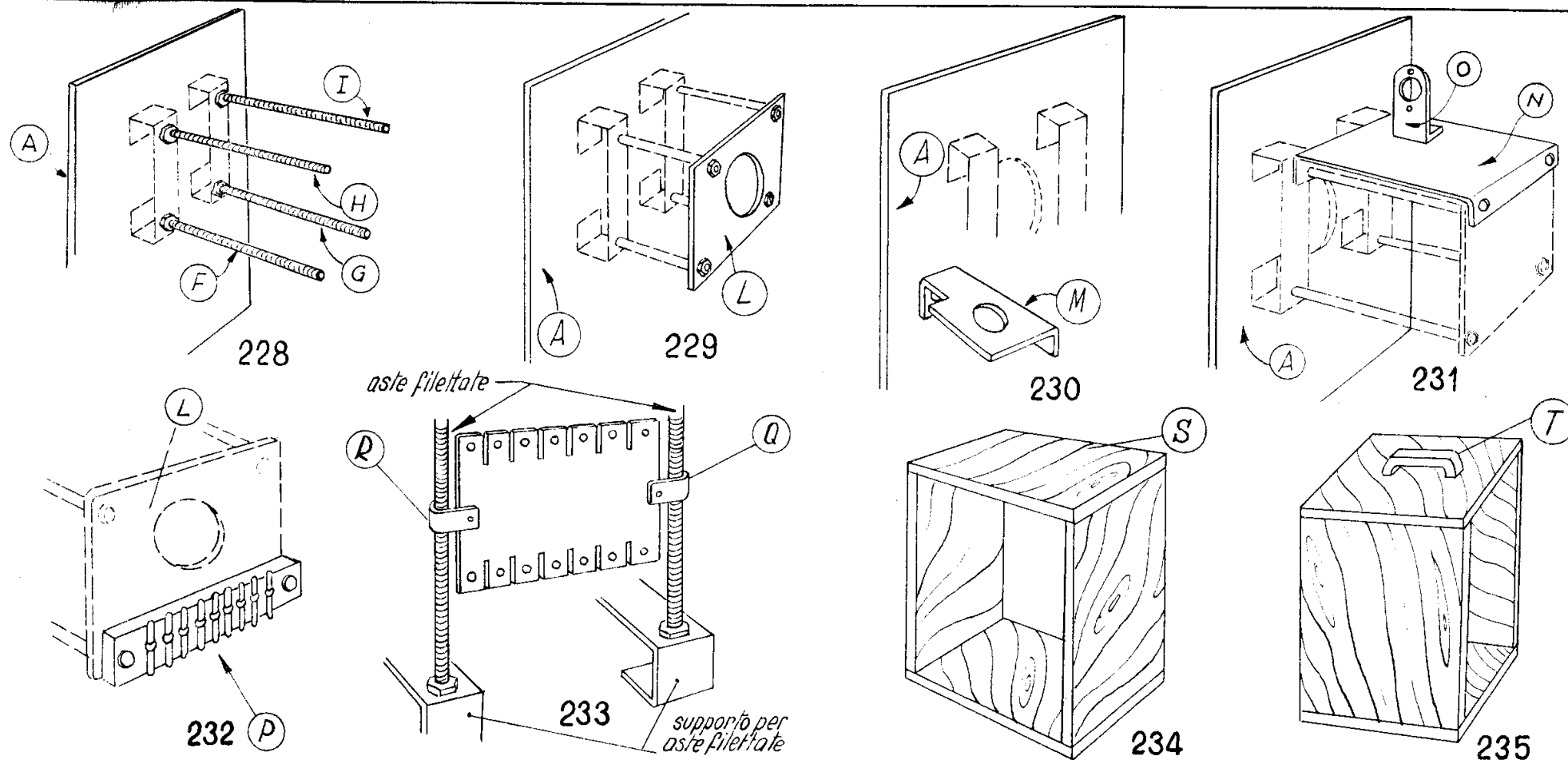
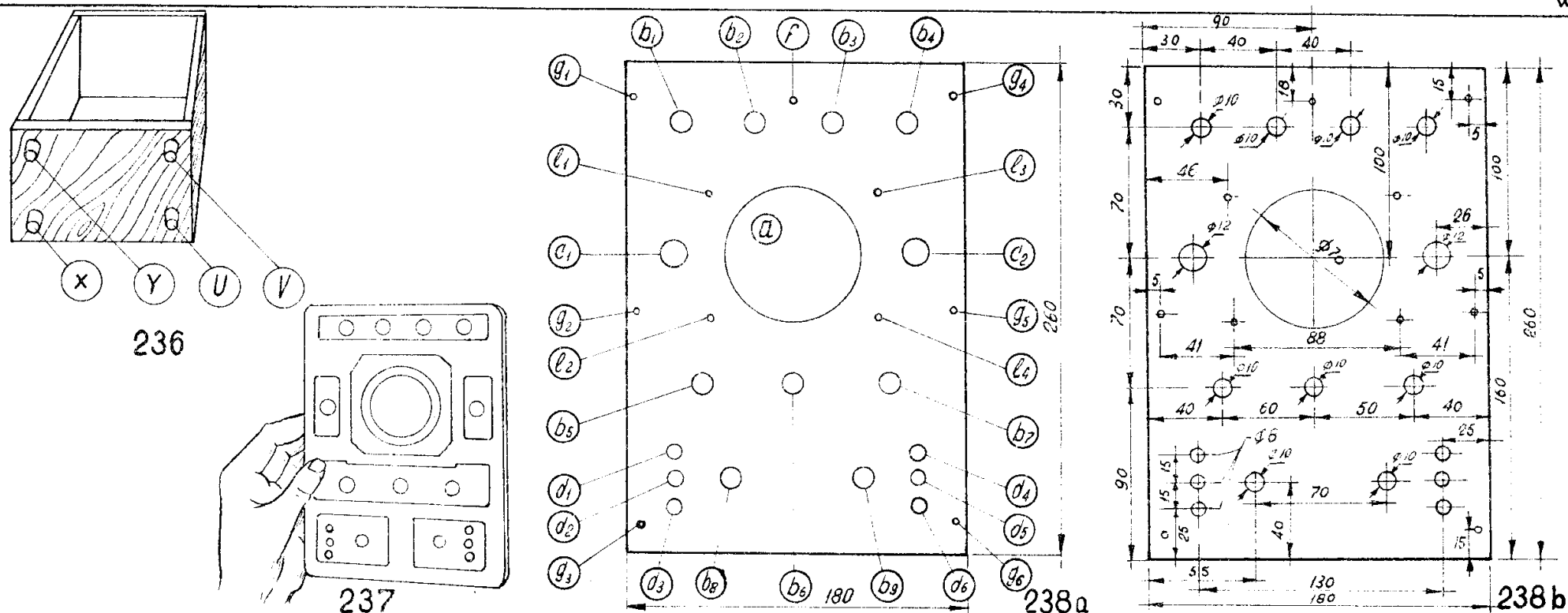
In questo capitolo, sono descritte tutte le parti meccaniche e varie (telaio, supporti, cassetta di protezione, ecc.) da noi impiegate per la costruzione dell'oscilloscopio, con le relative dimensioni ed i piani di foratura.

Le parti in questione sono le seguenti:

(224) ... 1 pannello frontale di alluminio (A) sul quale si affaccia lo schermo del tubo catodico; esso porta tutti i comandi dello strumento ed i morsetti o boccole di ingresso ai diversi circuiti; ...

(225) ... 1 flangia « para-luce » di legno e cartoncino (B), che protegge lo schermo del tubo dall'illuminazione laterale permettendo all'operatore una migliore visione della traccia che su di esso viene a riprodursi; ...

(226) ... 1 pannello posteriore di alluminio (C), che oltre la funzione della protezione, ha principalmente quella di costituire il telaio di montaggio dei circuiti di alimentazione; ...

(227) ... 2 supporti di alluminio (D), (E), (da fissare dietro il pannello frontale); servono per sostenere, congiuntamente ad altri particolari meccanici, il tubo a raggi catodici ed i circuiti di amplificazione orizzontale e verticale; li chiameremo « supporti per aste filettate »; ...

(228) ... 4 aste filettate di ferro od ottone (F), (G), (H), (I); fissate con dadi da un estremo ai summenzionati supporti (D) ed (E), portano sull'altro estremo il ...
(229) ... pannellino (L) su cui è montato lo zoccolo porta-tubo a raggi catodici; ...
(230) ... 1 supporto di alluminio (M), sul quale è fissato lo zoccolo porta-valvole per la valvola dell'asse dei tempi; ...
(231) ... 1 telaietto d'alluminio (N), con supporto per zoccolo porta-valvola (O), sul quale sono fissati i componenti degli stadi di amplificazione orizzontale e verticale; ...
(232) ... 1 morsettiera con 9 terminali (P), fissata sulle due aste filettate inferiori; ...
(233) ... 2 fascette (Q), (R) (o « cravatte ») di alluminio per il fisaggio di una basetta porta-resistenze a 7 posti fra le due aste filettate inferiori; ...
(234) ... 1 cassetta di protezione in legno (S).
Aggiungeremo, considerandole però come parti facoltative che il lettore potrà eventualmente montare per rifinire meglio il proprio lavoro:
(235) ... 1 maniglia (T) da fissare sulla parte superiore della cassetta di protezione per poter sollevare e trasportare più agevolmente lo strumento, e ...

(236) ...4 piedini di gomma (U), (V), (X), (Y), da fissare sotto la cassetta allo scopo di mantenerla sollevata dal piano su cui viene posata.

Includeremo infine in questo capitolo, sebbene non si tratti di una vera e propria parte meccanica, ...

(237) ...1 foglio di cartoncino [che chiameremo **«quadrante»** (Z)] contenente tutte le diciture relative ai comandi dello strumento (v. fig. 361), che verrà incollato sul pannello frontale. Avendo così identificato le parti costruttive passiamo senz'altro a specificarne in dettaglio la forma, le dimensioni e la foratura.

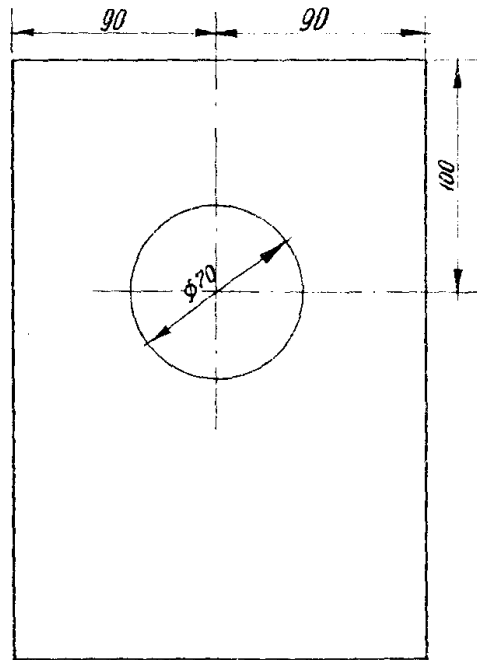
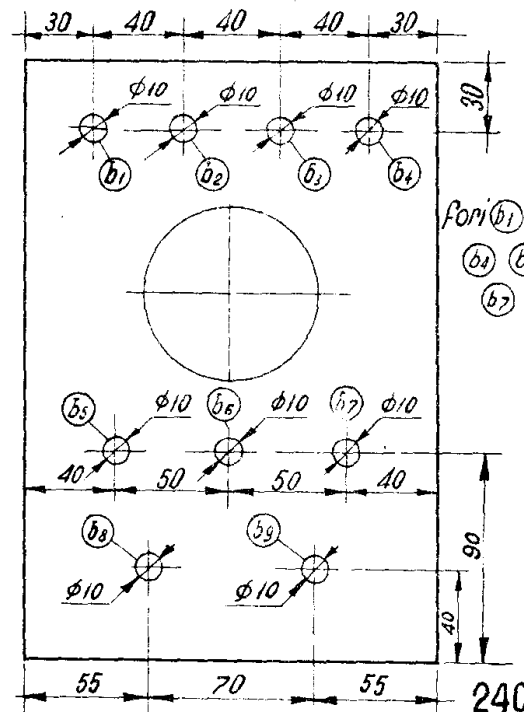
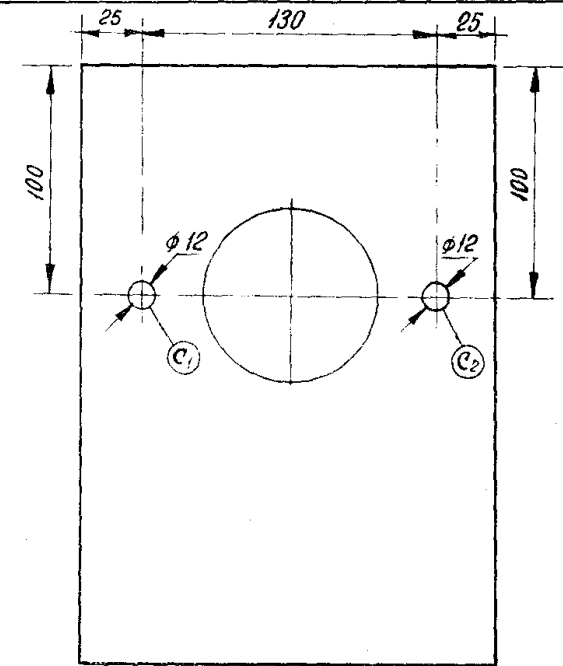
Scan by Dan

4. 2) PANNELLO FRONTALE (A).

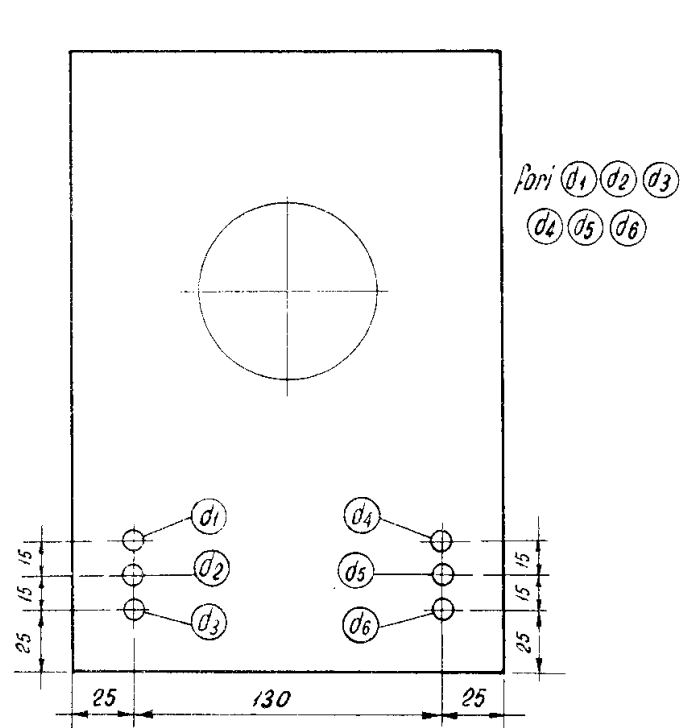
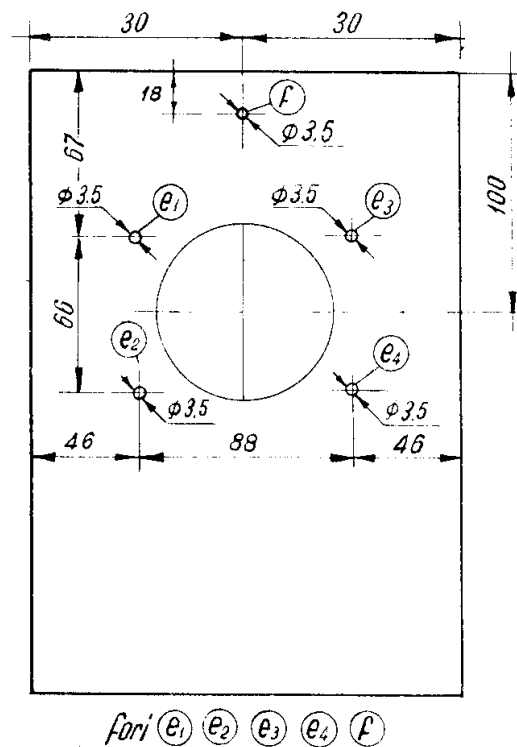
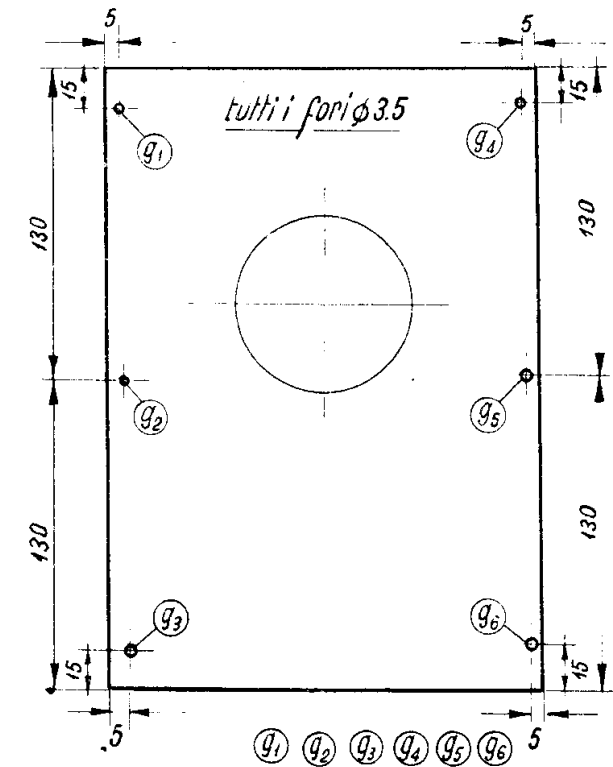
Materiale occorrente

n. 1	Lastra rettangolare di alluminio (o duralluminio), con lati da mm. 180 × 260, spessore 1,5 ÷ 2 mm. (da forare come disegni).

(238 a-b) Il pannello in questione è di forma rettangolare con lati di mm. 180 × 260, in lamiera di alluminio o duralluminio dello spessore di 1,5 ÷ 2 mm.
Esso reca complessivamente 29 fori che abbiamo contraddistinto mediante una lettera dell'alfabeto per poterci riferire singolarmente a ciascun foro evitando ambiguità o confusioni. Resta inteso che tale designazione è valida purchè si guardi il pannello sempre da una stessa faccia; in particolare considereremo quella rappresentata nel disegno come la faccia esterna del frontale.

W3

(239) Il foro (a), del diametro di 70 mm. è quello che permette di vedere lo schermo del tubo catodico il quale, una volta montato, si dovrà affacciare giusto all'altezza del foro stesso; ...

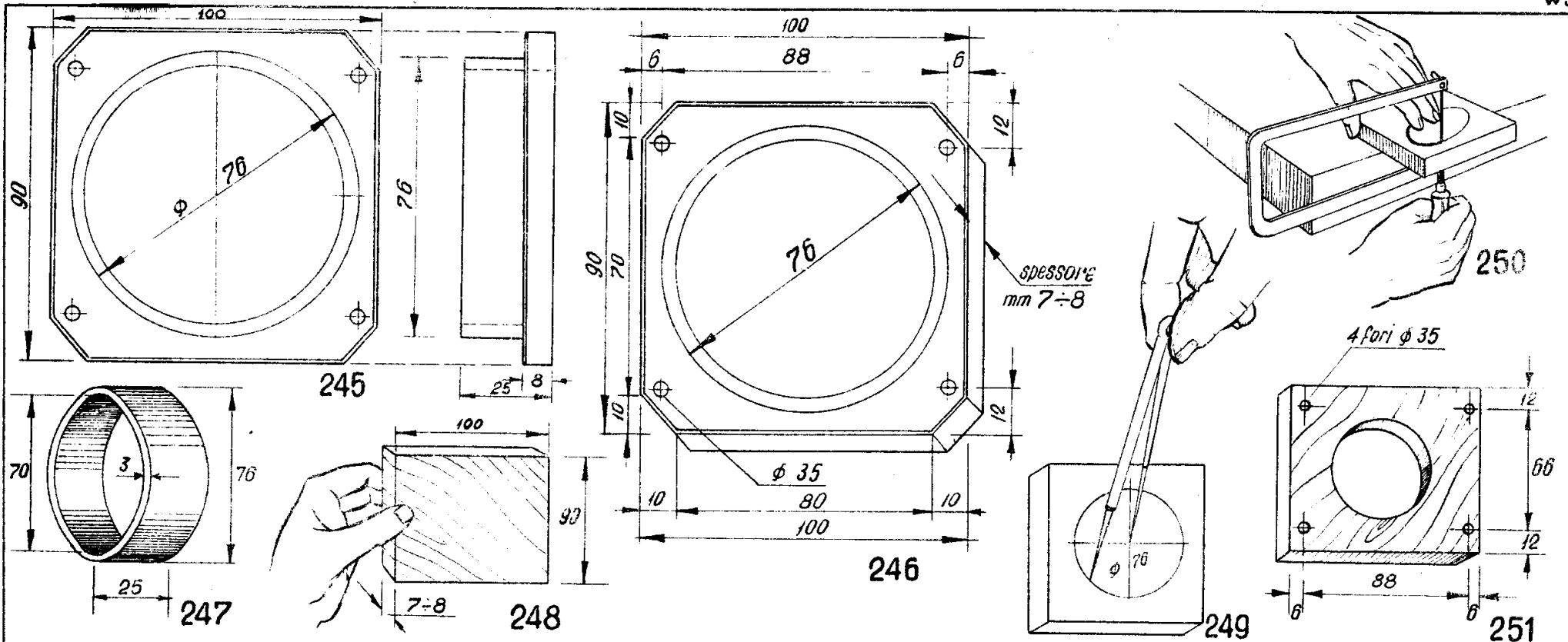
(240) ... i 9 fori contraddistinti dalla lettera (b) [b_1, b_2, b_3, ecc.], tutti del diametro di 10 mm., sono previsti per il fissaggio degli organi di regolazione dell'oscilloscopio:
foro (b_1): per il potenziometro regolatore della **luminosità** (con abbinato interruttore di **accensione** dello strumento);
foro (b_2): per il potenziometro regolatore del **centraggio orizzontale**;
foro (b_3): per il potenziometro regolatore del **centraggio verticale**;
foro (b_4): per il potenziometro regolatore della **focalizzazione**;
foro (b_5): per il potenziometro di regolazione continua della **frequenza dell'asse dei tempi**;
foro (b_6): per il commutatore di regolazione **a scatti della frequenza dell'asse dei tempi**;
foro (b_7): per il potenziometro regolatore dell'ampiezza del segnale di **sincronismo**;
foro (b_8): per il potenziometro regolatore **dell'amplificazione verticale**;
foro (b_9): per il potenziometro regolatore **dell'amplificazione orizzontale**.

(241) I due fori (c_1) e (c_2) servono per il fissaggio di due interruttori a scatto, ed hanno il diametro di 12 mm.
La destinazione è precisamente questa:
foro (c_1): per il commutatore **« Asse dei tempi Esterno - Asse dei tempi Interno »**;
foro (c_2): per il commutatore **« Sincronismo Esterno - Sincronismo Interno »**;...

242 243 244

(242) ... i sei fori (d_1), (d_2), (d_3) sulla sinistra in basso, e (d_4), (d_5), (d_6) in basso a destra, del diametro di 8 mm., permettono il fissaggio di altrettante boccole isolate aventi questa funzione:
fori (d_3) e (d_6): bocole di **massa**;
fori (d_1) e (d_2): boccole di **ingresso all'amplificatore verticale**;
foro (d_4) boccola per l'**ingresso del segnale di sincronismo esterno**;
foro (d_5): **boccola d'ingresso del segnale esterno all'amplificatore orizzontale**;...

(243) ... i quattro fori (e_1), (e_2), (e_3), (e_4) da mm. 3,5 di diametro, simmetricamente disposti ai due lati del foro grande (a) servono per il fissaggio della flangia para-luce e contemporaneamente delle squadrette posteriori che sostengono il tubo catodico ed altre parti ...

Il foro (f), anch'esso del diametro di 3,5 mm. è previsto per il montaggio di un ancoraggio;

(244) ... infine sono rimasti i 6 fori (g_1), (g_2), (g_3), (g_4), (g_5), (g_6) per il fissaggio del pannello frontale alla cassetta di legno di protezione; il loro diametro è di mm. 3,5.

4. 3) LA FLANGIA CON « PARA-LUCE » (B).

Materiale occorrente

n. 1	Pezzetto rettangolare di legno, dimensioni dei lati cm. 9 × 10, spessore 7 ÷ 8 mm.
n. 6	Striscie di cartoncino cm 2,5 × 25, spessore 0,5 mm. oppure:
n. 10	Striscie di cartoncino cm. 2,5 × 25, spessore 0,3 mm.
n. 1	Tubetto di mastice « attaccatutto »
n. 1	Sagoma cilindrica di legno, ⌀ 7 cm., altezza 4 ÷ 5 cm.
m. 1	Spago sottile per legature
	Carta vetrata
	Vernice nera alla nitrocellulosa

(245) Questo accessorio, che la figura rappresenta nelle sue viste in pianta (cioè frontalmente) e di fianco, è in realtà formato di due parti: ...

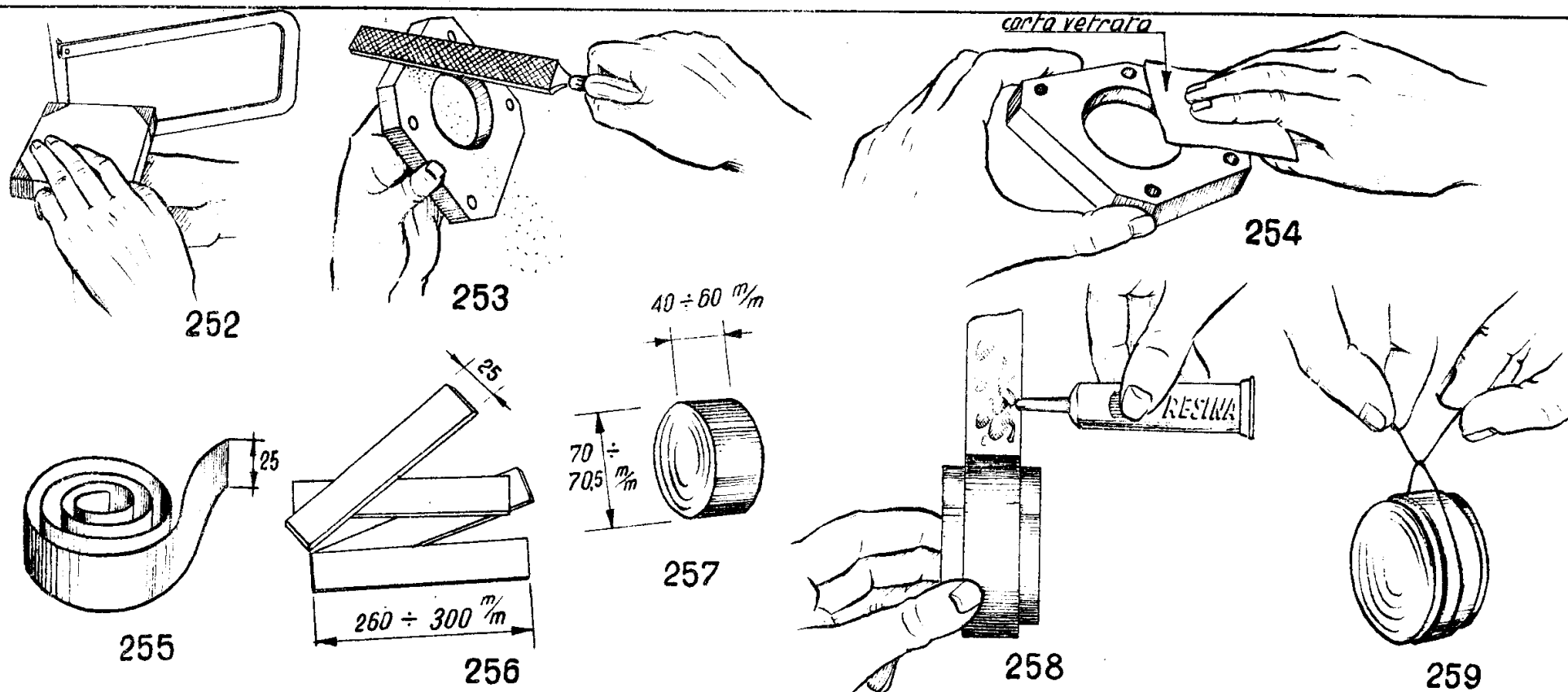
(246) ... la flangia vera e propria, di legno, ...

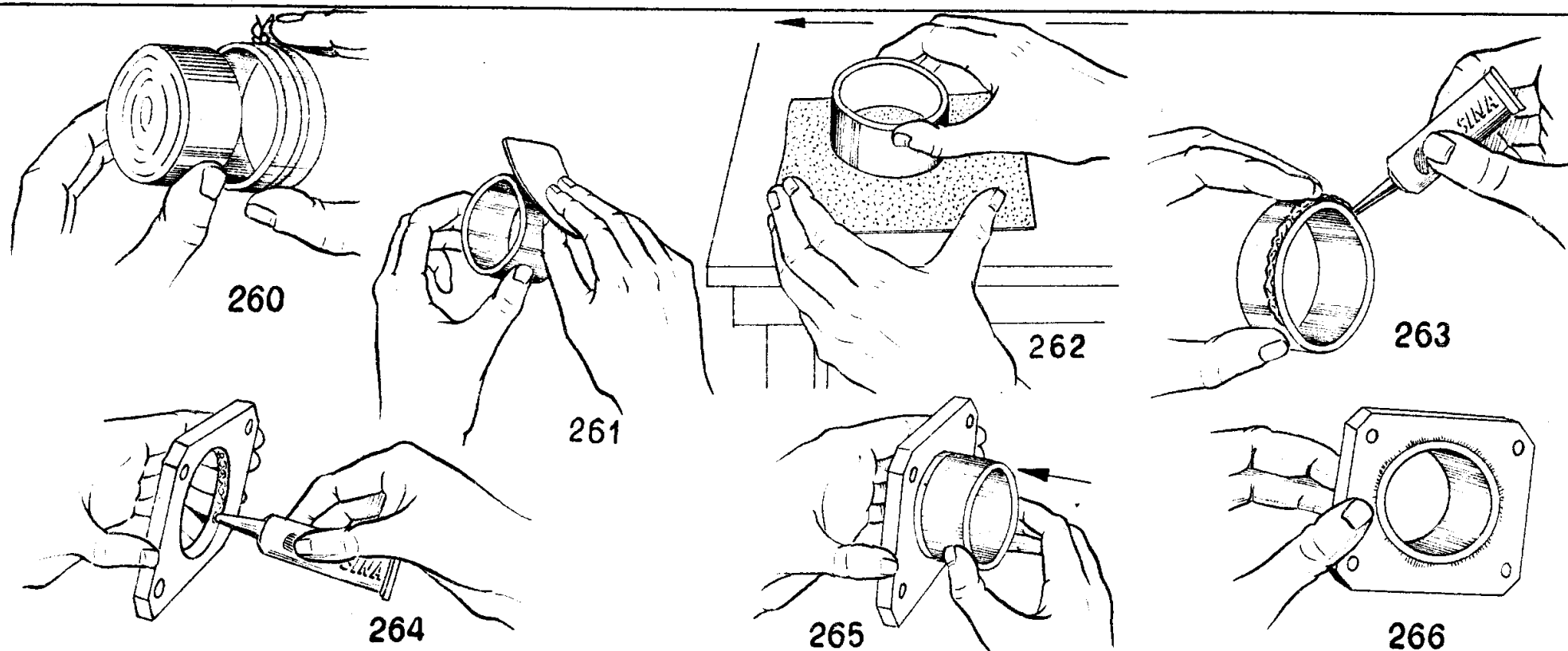
(247) ... ed il « para-luce » tubolare, che noi abbiamo realizzato con delle striscie di cartoncino.

(248) La flangia è ricavata da un pezzetto rettangolare di legno spesso 7 mm. con lati di mm. 90 e mm. 100; (preferire il legno compensato); ...

(249) ... nel quale va praticato un foro centrale del diametro di mm. 76; ...

(250) ... mediante un seghetto da traforo; ...

(251) ... e quattro fori di fissaggio da mm. 3,5.

(252) Per ragioni estetiche sarà bene ritagliare — con il seghetto da traforo — i quattro vertici della flangia; ...
(253) ... e smussare (con un pialletto od una raspa) gli spigoli della faccia superiore; ...
(254) ... infine si puliscono bene la parte superiore ed i lati per mezzo della carta vetrata, in modo da renderle ben levigate.
(255) Per costruire il tubo para-luce servendosi di mezzi modesti, occorre una striscia di cartoncino preferibilmente ruvido larga mm. 25 e lunga complessivamente, secondo lo spessore del cartoncino impiegato, m. 1,50 ÷ 2,50 (spessore rispettivamente di mm. 0,5 ÷ 0,3.
(256) Naturalmente è possibile adoperare un certo numero di striscie di minore lunghezza, purchè almeno di 25 ÷ 30 cm. l'una, dato che le dovremo sovrapporre incollandole.
(257) Per procedere alla costruzione del tubo occorrerebbe una « sagoma » cilindrica di legno (od altro materiale) del diametro di 70 mm., corrispondente cioè alla dimensione interna del tubo medesimo.
(258) Le striscie vanno avvolte sopra la sagoma, curando di spargere tra uno strato e l'altro una sostanza collante (preferibilmente del mastice attaccatutto oppure della colla da falegname diluita), fino a raggiungere uno spessore di circa 3 mm. (comunque il diametro esterno non deve superare 76 mm.); ...
(259) ... terminato questo lavoro, eseguiremo una legatura

260 261 262 263 264 265 266

con del comune spago, allo scopo di trattenere ben aderenti le striscie l'una all'altra fino alla completa essicazione del mastice o della colla; ...

(260) ... sarà peraltro opportuno togliere dopo 2 ÷ 3 ore il tubo dalla sagoma per impedire che restino incollati l'uno all'altro in seguito all'eventuale gocciolamento del mastice. Ad ogni modo, prima di togliere la legatura, si lasci ancora asciugare bene all'aria libera, per non meno di 12 ore, il tubo che abbiamo così costruito.

(261) Infine si passa alla pulitura della parte cilindrica del tubo mediante della comune carta vetrata; ...

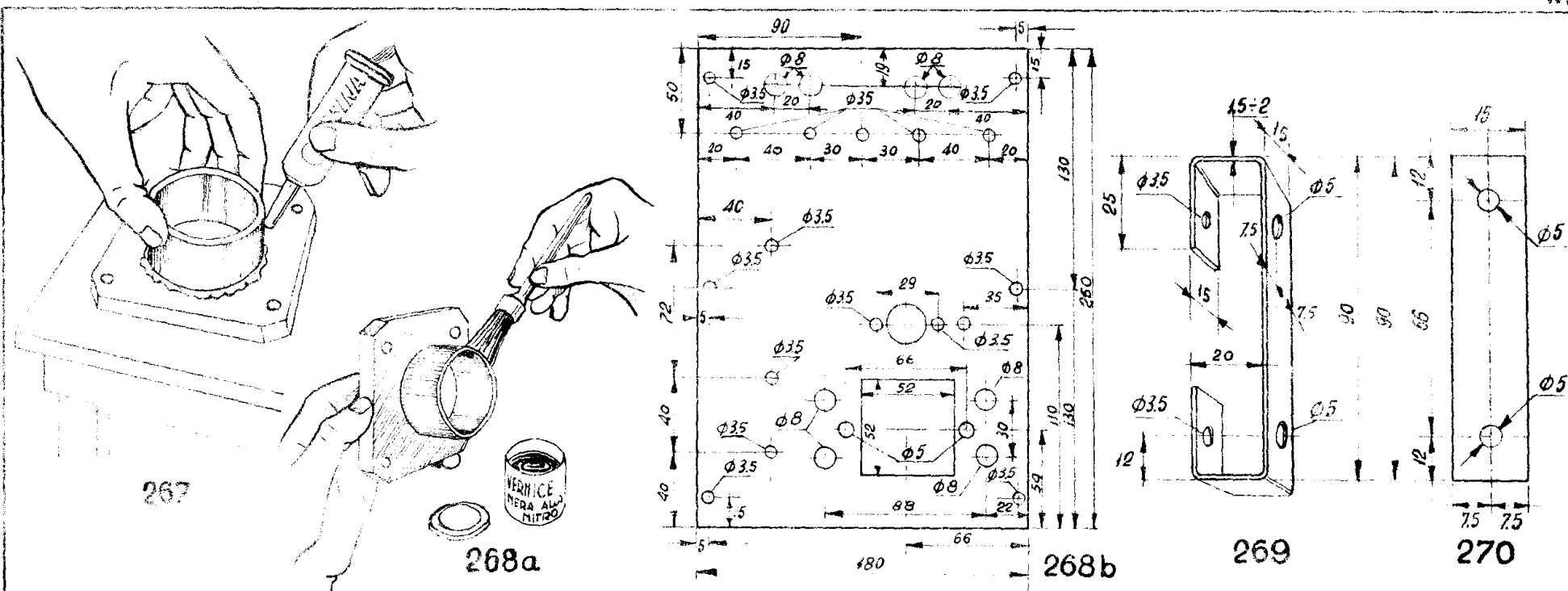
(262) ... lo stesso faremo per spianare accuratamente gli orli, eliminando le eventuali gocciolature di collante rappreso che sicuramente sarà filtrato tra uno strato e l'altro di cartoncino. Quest'ultima operazione si esegue tenendo il foglio di carta vetrata disteso sul piano del banco da lavoro, con l'abrasivo rivolto verso l'alto e facendo strisciare il tubo para-luce su di essa con movimento avanti-indietro.

(263) Rimane adesso da fissare il tubo sulla flangia. A questo scopo si spande un po' di mastice attaccatutto attorno ad uno dei cerchi di base del cilindro di cartone; ...

(264) ... ripetendo la medesima operazione sul bordo interno del foro esistente sulla flangia di legno; ...

(265) ... dopo aver lasciato essicare parzialmente il mastice all'aria libera, per un quarto d'ora almeno, si uniscono le parti; ...

(266) ... badando che l'inserzione del tubo nel foro della flangia sia realizzata in modo che l'orlo del primo penetri

267 268a 268b 269 270

fino a giacere sullo stesso piano della base di appoggio della basetta; ...

(267) ... infine si sparge un po' di mastice tutt'attorno al tubo, all'altezza del piano di sporgenza dal foro della flangia, e si lascia asciugare per 12 ÷ 24 ore.

(268 a) Termineremo la costruzione di questo accessorio verniciandolo con della vernice nera alla nitro-cellulosa (inclusa la parete cilindrica interna del tubo para-luce).

4. 4) IL PANNELLO POSTERIORE (C).

Materiale occorrente

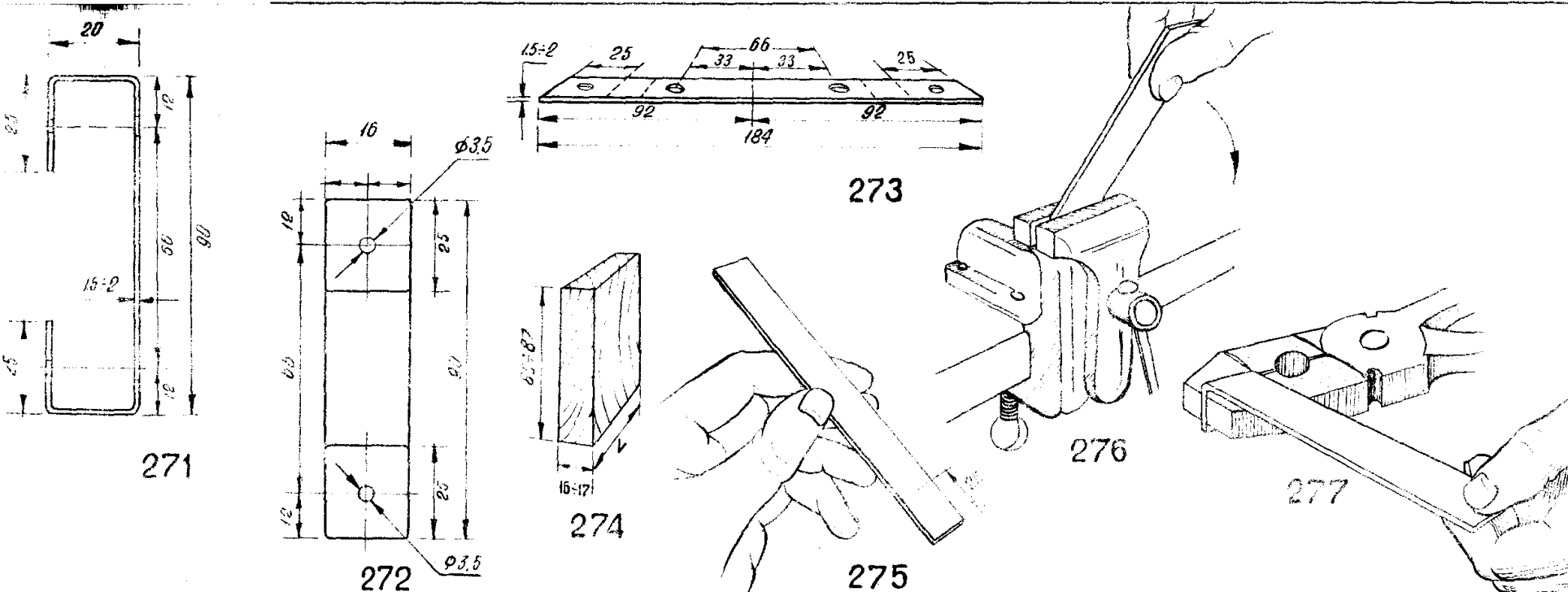
n. 1	Lastra rettangolare di alluminio (o duralluminio) con lati da mm. 180 × 260, spessore 1,5 ÷ 2 mm. (da forare come disegno)

(268 b) Questo è il piano di foratura del pannello posteriore dell'oscilloscopio (peraltro già descritto nel fascicolo precedente di questa serie, dove è stato impiegato quale telaio per il montaggio di un semplice alimentatore anodico e di filamento. Vedi Montaggio N. 2).

4. 5) SUPPORTI (D) ED (E) PER ASTE FILETTATE.

Materiale occorrente

n. 2	Striscie di alluminio, lati mm. 15 × 184, spessore 1,5 ÷ 2 mm.; da forare e piegare come disegni.

(269-270) I due supporti in questione, perfettamente identici l'uno all'altro, sono rappresentati dettagliatamente nelle figure; il materiale è alluminio da mm. 1,5 ÷ 2 di spessore (si può anche usare il ferro da mm. 1,5, purchè trattato contro la ruggine.

Le dimensioni non sono critiche, fatta eccezione per la distanza tra i fori che deve essere di mm. 66.

(271-272) Da notare che i fori praticati sulle due orecchiette di attacco (per il fissaggio sul pannello frontale) hanno il diametro di mm. 3,5, mentre l'altra coppia di fori (sui quali verranno fissate le aste filettate - vedi comma 4.6 seguente) hanno il diametro di 5 mm.

(273) Per costruire tali supporti bisogna partire da una striscia d'alluminio larga 15 mm., lunga 184 mm. e dello spessore, come già detto, di 1,5 ÷ 2 mm.

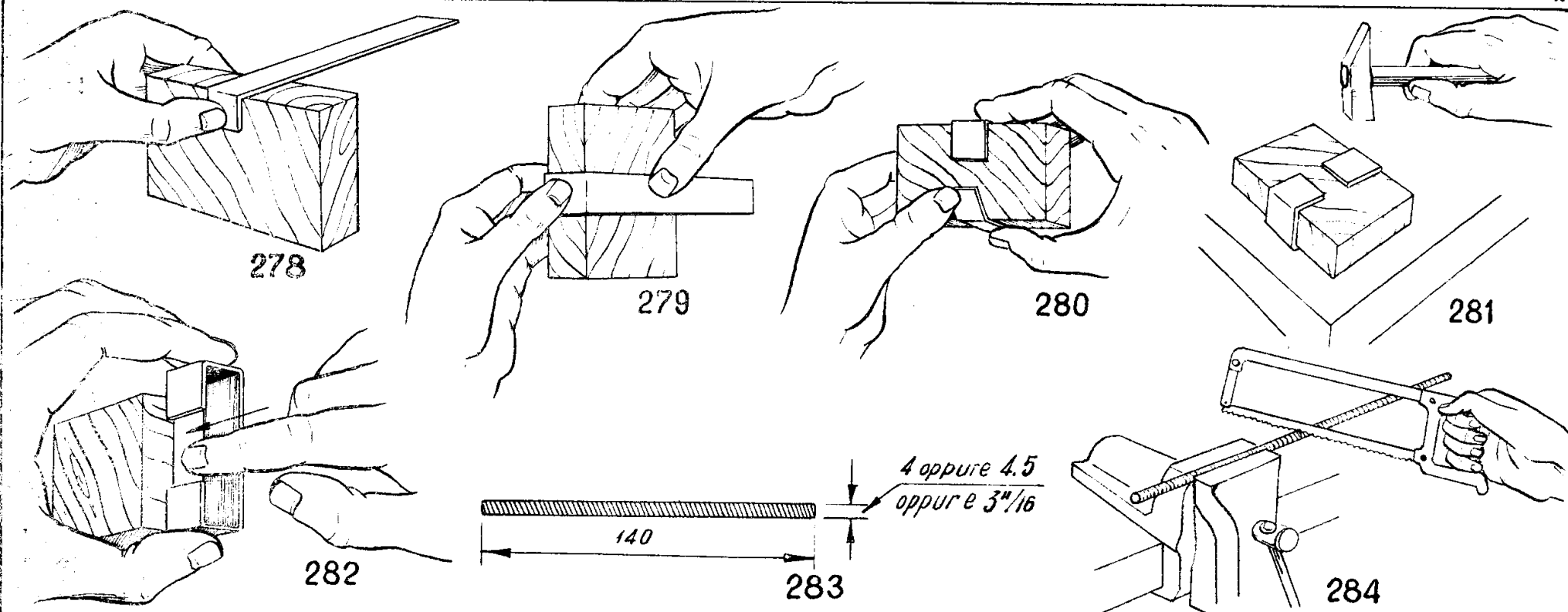
La misura della lunghezza (184 mm.) tiene conto dello « spreco » dovuto alle 4 curvature.

(274) In questo caso, poichè bisogna rispettare attentamente la misura della distanza tra i fori, è preferibile che la fase di piegatura della striscia preceda quella di esecuzione dei fori. Volendo eseguire un lavoro « pulito » è raccomandabile di procurare un blocchetto di legno duro, da adoperare come sagoma per la piegatura della striscietta sino a conferire loro la forma definitiva.

Tale blocchetto deve avere lo spessore di 17 mm. e l'altezza di 87 mm. se la striscia è da mm. 1,5; qualora invece il materiale adoperato per la costruzione della striscia abbia lo spessore di 2 mm. le suddette misure diventano, rispettivamente, mm. 16 e mm. 86.

(275) Il lavoro verrà iniziato tracciando una riga sulla striscia alla distanza di 25 mm. da uno dei bordi; ...

(276) ... quindi si dovrà piegarla a squadra con l'aiuto di una morsetta da banco (specie se la lamiera è di ferro); ...

(277) ... o, in mancanza di questo attrezzo, mediante una comune pinza universale, posto che l'alluminio si lascia piegare con facilità.

(278-279-280) Partendo ora da questo primo lembo ripiegato, che costituisce una delle orecchiette di fissaggio del supporto, è cosa semplice completare la piegatura sagomando la striscia sopra il blocchetto di legno come mostrato nelle figure.

(281) Non sarà male « ravvivare » gli spigoli battendo gli orli con un martello, adoperato con mano leggera per non ammaccare l'alluminio (l'attrezzo adatto sarebbe il mazzuolo di legno).

(282) Finalmente si sfila la sagoma dal supporto e si procede alla tracciatura dei fori nonchè alla foratura secondo le dimensioni già precisate.

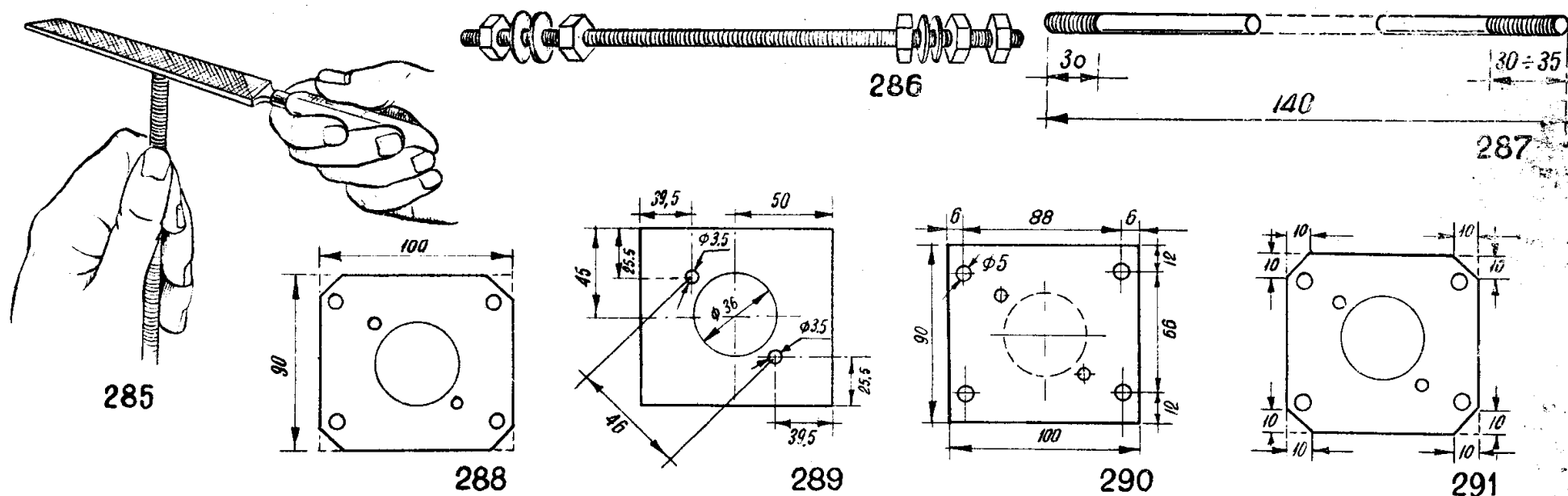
4. 6) ASTE FILETTATE (F), (G), (H), (I).

Materiale occorrente

n. 4	**Aste filettate da 4 mm. (oppure 4,5 mm., oppure 3"/16), lunghe mm. 140, corredate ciascuna di 5 dadi. Materiale: ferro, oppure ottone).**

(283) Queste quattro aste di ferro od ottone devono avere le dimensioni specificate nel disegno, ossia una lunghezza di 140 mm. ed un diametro di 4 mm., o 4,5 mm., (oppure 3"/16) e vanno fatte appositamente preparare presso una officina meccanica, a meno che il lettore non voglia far da sé anche adesso; ...

(284) ... nel qual caso potrà ricavarle partendo da un pezzo di barra filettata da 4 mm., oppure 4,5 mm. od anche da

285

3"/16 lunga complessivamente 60 cm., dalla quale taglierà, per mezzo di un seghetto, le quattro aste in parola; ...

(285) ... limando infine gli estremi affinchè la sbavatura prodotta in seguito al taglio non impedisca successivamente ai dadi di imboccare sul filetto.

(286) Ciascuna delle suddette aste dovrà essere completata di 5 dadi (e possibilmente di 4 rondelle adatte).

(287) Agli effetti delle esigenze di montaggio, non è necessario che l'asta sia completamente filettata, basterebbe infatti, per ragioni che vedremo meglio di seguito, che l'impanatura si estendesse per circa 30 ÷ 35 mm. da ciascun estremo.

4. 7) PANNELLINO (L) PORTA-ZOCCOLO PER IL TUBO A RAGGI CATODICI.

Materiale occorrente

n. 1	Pezzo di alluminio o duralluminio, dimensioni dei lati mm. 90 × 100, spessore 1,5 mm. (da forare come disegni).

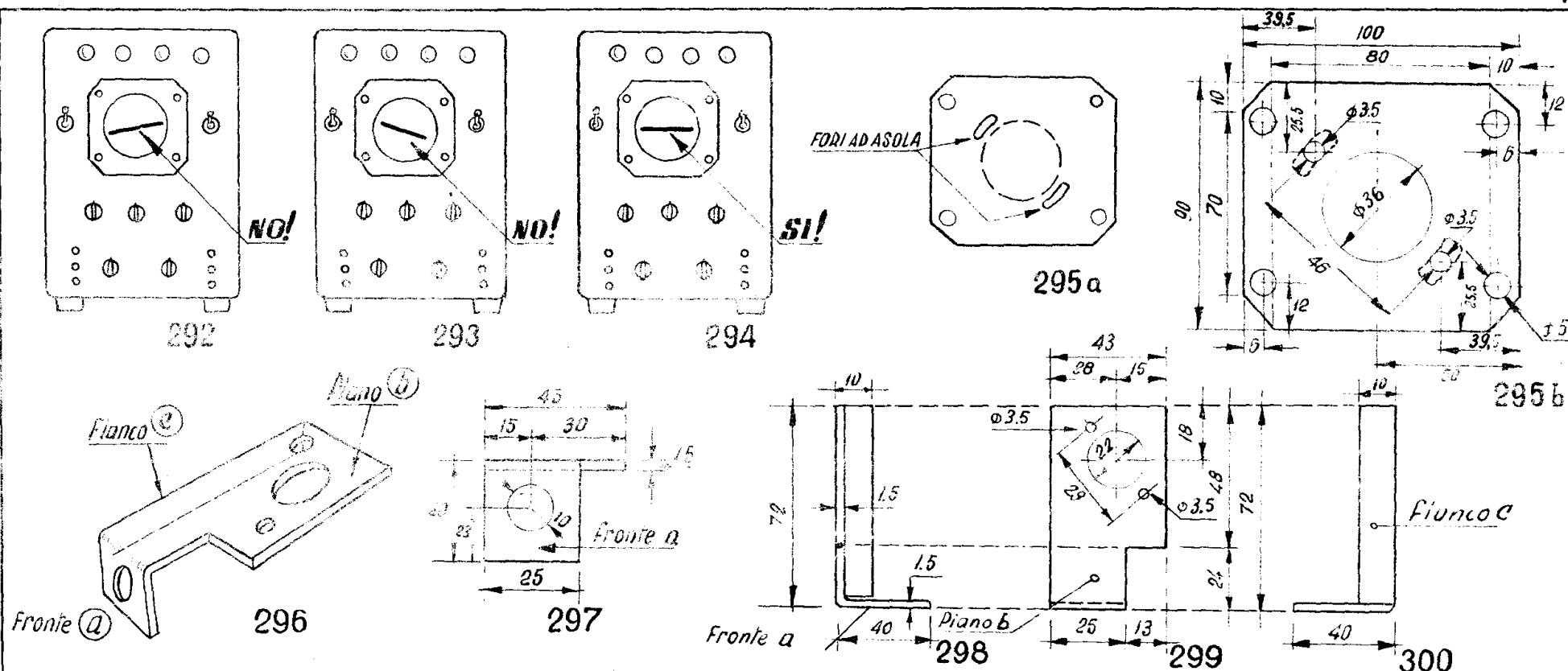
(288) E' ricavato da una lamiera d'alluminio o duralluminio da mm. 1,5 di spessore, ed ha la forma di un rettangolo con lati di mm. 100 e di mm. 90.

(289) Su di esso vanno praticati complessivamente 7 fori, di cui uno centrale del diametro di 40 mm. per lo zoccolo portatubo, corredato di due fori diametrali da mm. 3,5 per il fissaggio dello zoccolo ...

(290) ... e quattro fori da 5,25 mm. in corrispondenza degli spigoli, per il fissaggio del pannellino sulle aste filettate di supporto considerate nel comma 4,6 precedente.

(291) Per migliorare esteticamente la forma del pannello, si possono smussare i 4 spigoli come mostrato nel disegno. (Questo lavoro è però facoltativo).

Avvertenza. Allo scopo di orientare perfettamente lo schermo del tubo in modo che la traccia dell'asse dei tempi risulti orizzontale, ...

292 293 294 295 a 295 b 296 297 298 299 300

(**292-293-294**) ... bisogna prevedere la possibilità di ruotarlo di qualche grado a sinistra od a destra intorno all'asse longitudinale, altrimenti la traccia stessa comparirebbe, secondo il caso, come è mostrato nelle figure (ossia inclinata).

(**295 a**) Il modo più semplice per raggiungere tale scopo consiste nell'eseguire i fori di fissaggio dello zoccolo porta-tubo ad « asola », cosicchè nell'eventualità sopra considerata sarà possibile ritoccare l'orientamento dello zoccolo medesimo (e con esso il tubo), nel modo opportuno.

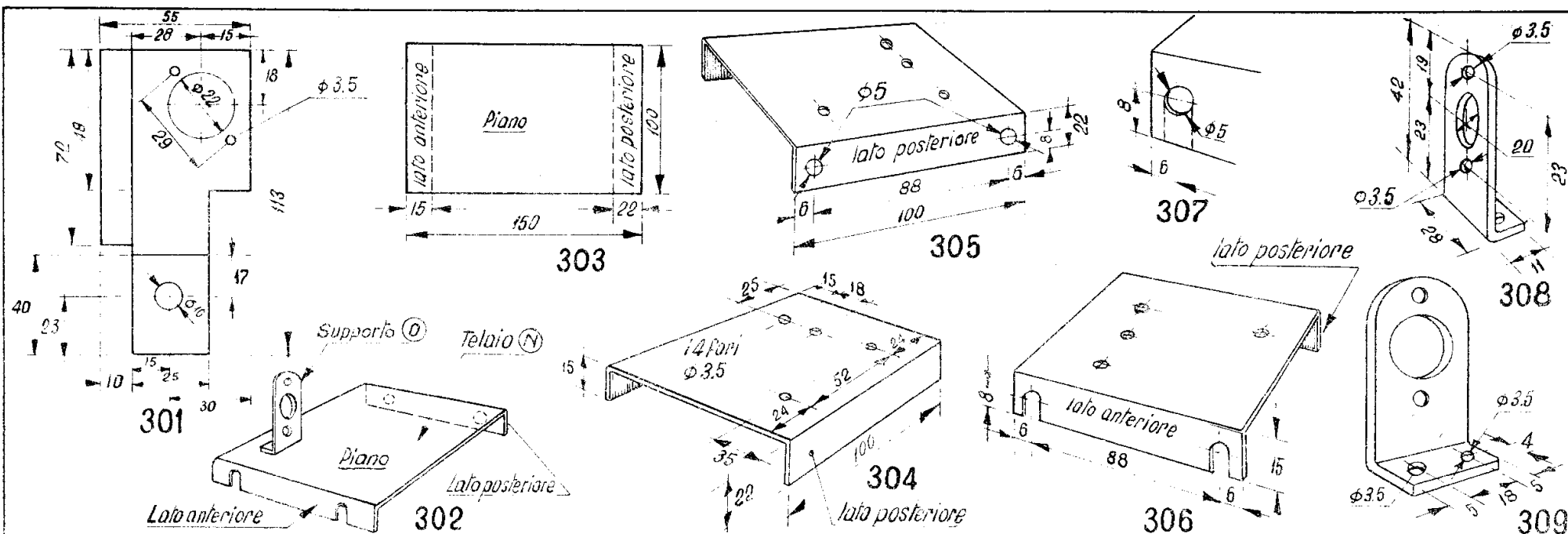
(**295 b**) Ecco il piano di foratura complessivo del pannellino in questione.

4. 8) SUPPORTO (M) PER LA VALVOLA DELL'ASSE DEI TEMPI.

Materiale occorrente

n. 1	Pezzo di alluminio spessore mm. 1,5, dimensioni 113 × 55. Da sagomare, piegare e forare come disegni.

(**296**) Questa squadretta è prevista come supporto dello zoccolo porta-valvola dell'asse dei tempi; a sua volta verrà montata sul retro del pannello frontale, come descritto di seguito. Il materiale è alluminio dello spessore di 1,5 mm.

(**297-298-299-300**) Le viste (di fronte, di fianco ed in pianta) del supporto, con tutte le misure necessarie per la costruzione, sono mostrate nei disegni ...

(**301**) ... e questa è la forma che dovrà avere il lamierino, prima della piegatura, per ottenere infine il supporto della forma desiderata.

Il foro da 22 mm. serve, unitamente alla coppia di fori da mm. 3,5, per il fissaggio di uno zoccolo porta-valvola tipo « Noval ». Il foro da 10 mm. di diametro invece è quello di fissaggio del supporto al pannello frontale.

4. 9) TELAIO (N) CON SUPPORTO A SQUADRA (O) PER ZOCCOLO PORTA-VALVOLA.

Materiale occorrente

n. 1	Pezzo rettangolare alluminio, spessore mm. 1,5 - dimensioni mm. 100×150	da forare e piegare come disegni
n. 1	idem. dimensioni 28 × 54	

(**302**) Le parti in questione, costruite in alluminio da mm. 1,5 di spessore, dovranno servire per il montaggio dei componenti i circuiti di amplificazione orizzontale e verticale; esse, come già detto, consistono di un telaio con due lati ripiegati e di una squadretta per il fissaggio di uno zoccolo porta-valvola.

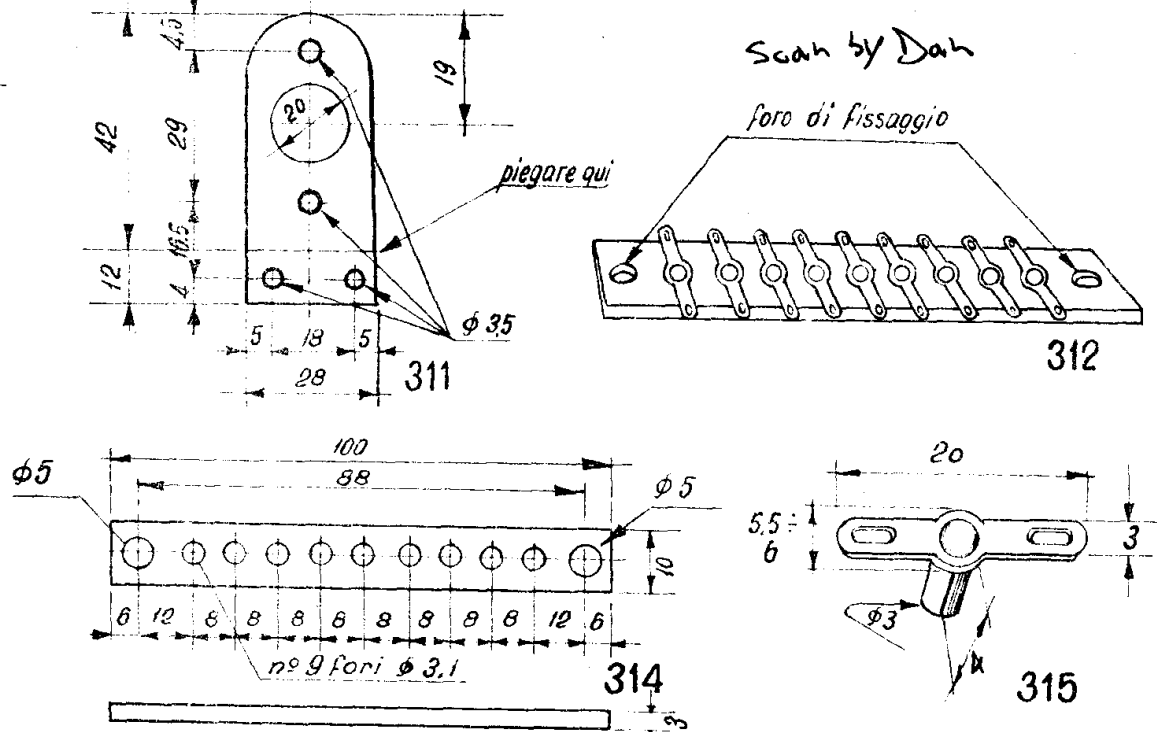
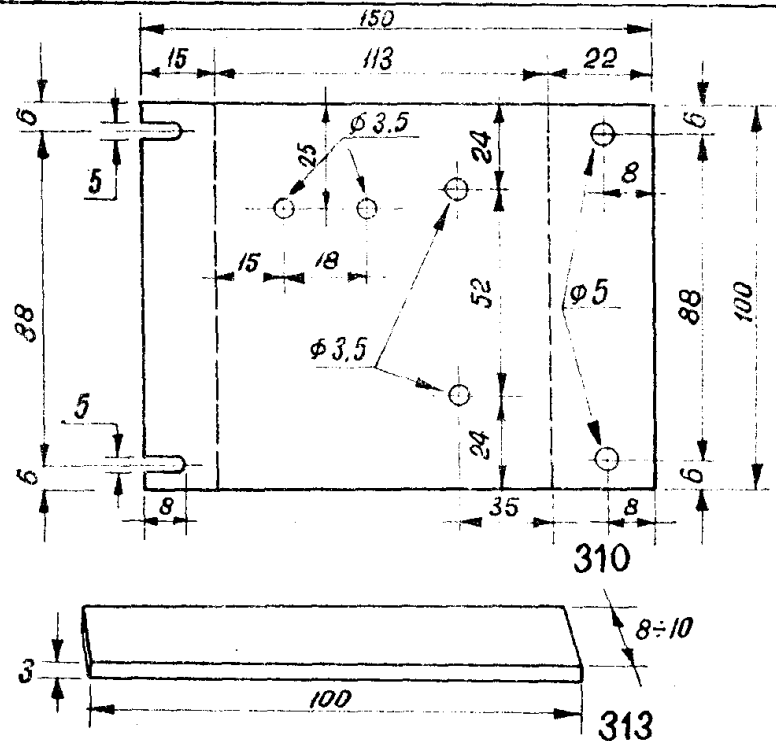
(**303**) Il telaio, visto in pianta prima della piegatura (che dovrà essere praticata seguendo le linee tratteggiate), è un rettangolo con lati di mm. 100 × mm. 150 ...

(**304**) ... sulla parte piana vanno praticati 4 fori, tutti del diametro di 3, 5 mm., secondo il piano di foratura disegnato ...

(**305**) ... altri due fori da 5,5 mm. vanno eseguiti sul lato posteriore ...

(**306-307**) ... mentre sul lato anteriore (per comodità di montaggio del telaio sulle aste filettate) i due fori in esso praticati, identici come disposizione e dimensioni a quelli del lato posteriore (vedi figura precedente), dovranno essere sagomati a « forchetta » ritagliando la parte di lamiera tratteggiata.

(**308-309**) La squadretta di supporto dello zoccolo porta-valvola ha la forma chiaramente illustrata nel disegno e pre-

senta sulla parte verticale un foro da 20 mm. di diametro per lo zoccolo, con relativa coppia di fori da 3,5 mm. per i bulloncini di fissaggio dello zoccolo stesso.
Il piede della squadretta presenta altri due fori da mm. 3,5 per il suo fissaggio sul telaio.
(310-311) Queste sono le tracciature relative al telaio ed alla squadretta, prima della piegatura.

4.10) MORSETTIERA (P) A 9 TERMINALI.

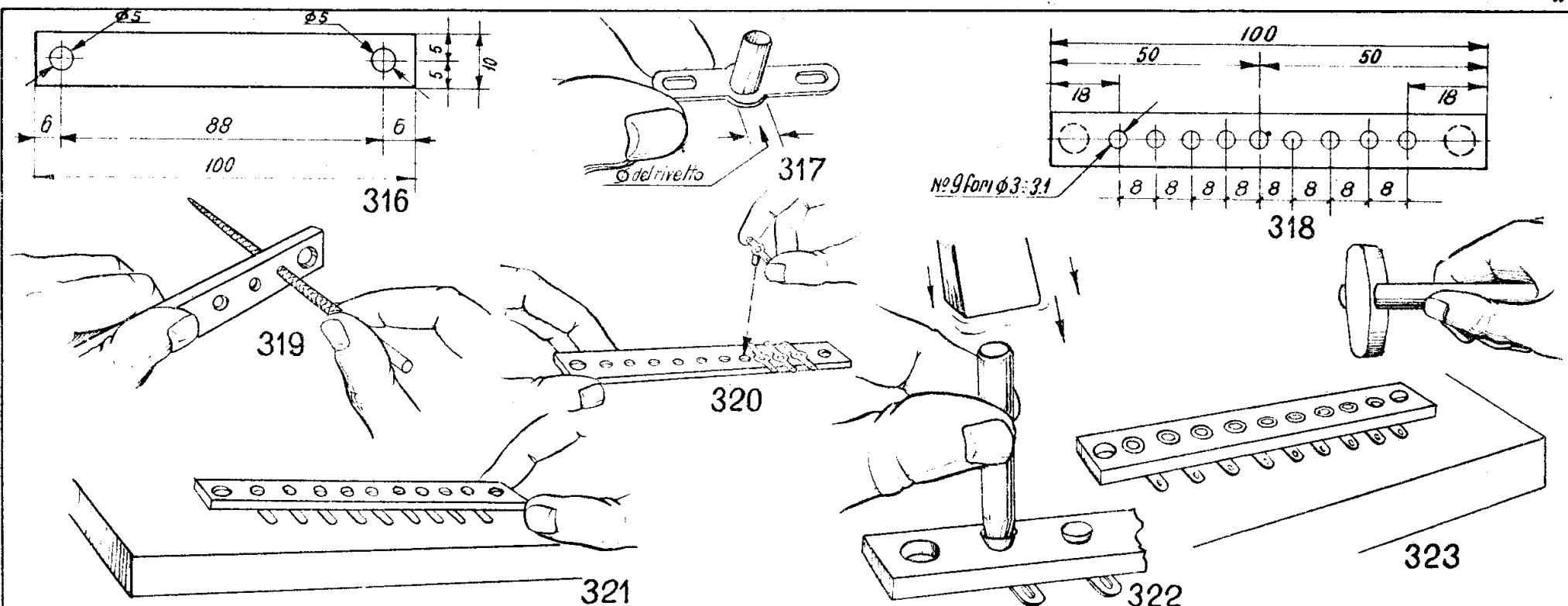
Materiale occorrente

n. 1	Striscietta rettangolare di materiale isolante (bachelite, turbax, plexiglas, ecc.). Lunga mm. 100, larga millimetri 10, spessore mm. 3. Foratura come disegno.
n. 9	Terminali doppi con rivetto. ø max del rivetto mm. 3.

(312) Poichè in commercio è difficilmente reperibile una morsettiera in tutto identica a quella che ci occorre, tanto vale auto-costruirla, tanto più che la cosa non presenta difficoltà di sorta.

(313) La striscietta isolante deve avere le dimensioni specificate nel disegno; quanto al materiale potremo scegliere tra una vasta gamma di prodotti (bachelite, turbax, plexigas, lucite, ecc.). Il plexigas, incolore e di aspetto simile al vetro, si lascia lavorare molto facilmente e quindi potremo preferirlo. Avvertiamo però che questo materiale viene rammollito dal colore, perciò se lo useremo dovremo prestare la dovuta attenzione quando si eseguiranno le saldature sui terminali.

(314) Queste sono le dimensioni ed il piano di foratura.

(315) Ed ecco il tipo di terminale doppio da adoperare con le dimensioni di quello che abbiamo usato noi stessi.
Si noti che la lunghezza del gambo del rivetto deve essere di circa 1 mm. maggiore dello spessore della striscia isolante.

(316) Sulla striscia isolante praticheremo quindi, alla distanza di 6 mm. da ciascun estremo, una coppia di fori del diametro di 5 mm., che serviranno per il suo montaggio su due aste filettate.

(317) Misuriamo quindi il diametro esterno del rivetto del terminale (3 mm. del nostro esemplare) e teniamo presente tale dato.

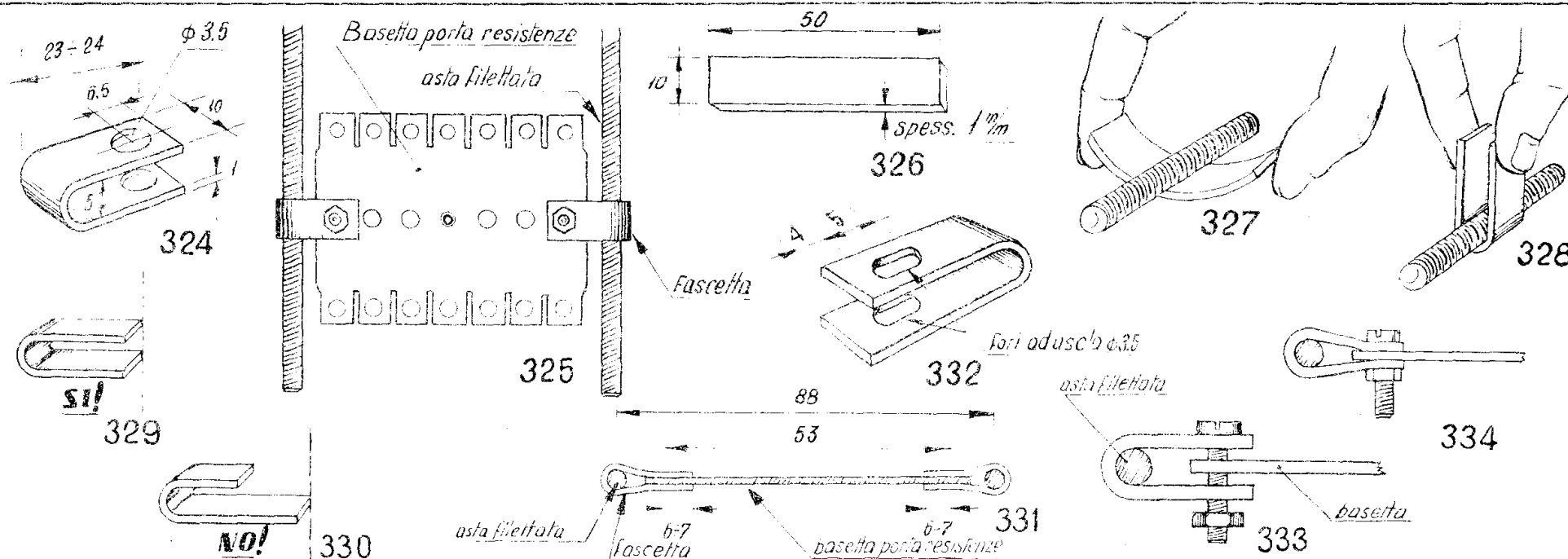
(318) Poi tracciamo sulla striscia 9 fori, intervallati l'uno dall'altro 8 mm. come rapresentato sul disegno, ed eseguiamo i fori stessi. Il diametro del foro dovrebbe essere leggermente maggiore di quello del rivetto (ad esempio, se questo è 3 mm. occorrerà praticare un foro da 3,1 mm., od al massimo di 3,2 mm.).

(319) Qualora non si disponga di una punta elicoidale adatta, si può praticare un foro, poniamo, da 3 mm. e quindi lo si allarga quanto basta per raggiungere la dimensione richiesta mediante una piccola limetta tonda, del tipo cosidetto « a coda di topo ».

(320) Non rimane adesso che infilare i rivetti dei terminali nei corrispondenti fori sulla striscia ...

(321) ... si dispone quest'ultima capovolta sul piano del banco da lavoro, interponendo possibilmente un corpo duro (ad es. una lamiera di ferro) ...

(322) ... e si ribatte il rivetto adoperando un grosso chiodo battuto con il martello a piccoli colpi, o meglio ancora usando in luogo del chiodo un « puntino » o « bulino » da tracciatore. Con questa operazione si deve allargare verso l'esterno l'estremo del rivetto, fino a rovesciarne completamente il bordo circolare a modo di occhiello.

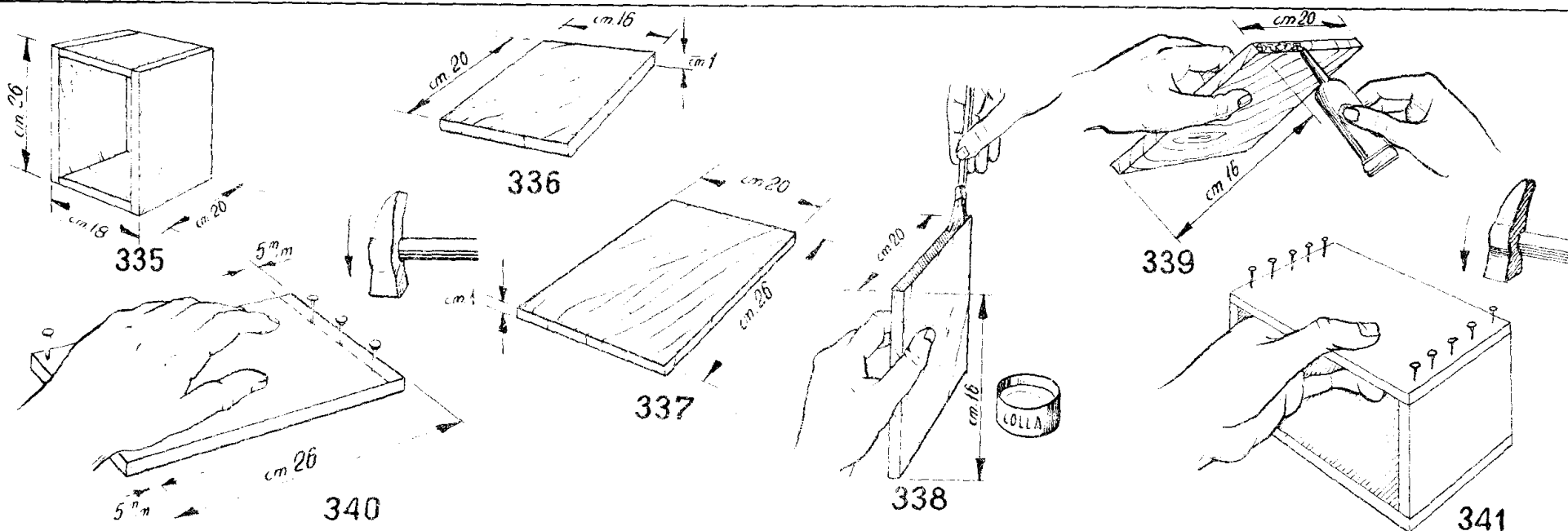
(323) Per finire meglio il lavoro, fissando rigidamente il terminale sulla striscia, potremo ribattere ulteriormente il rivetto

con la **punta** o « penna » del martello adoperato a colpetti molto leggeri.
La morsettiera è così pronta.

4.11) FASCETTE (Q) (R) PER FISSAGGIO BASETTA PORTA-RESISTENZE.

Materiale occorrente

n. 2	Striscette di alluminio spessore 1 mm., lunghezza mm. 50, larghezza mm. 10. Piegatura e foratura come disegno.

(324) Le due fascette, ripiegate e pronte per l'impiego si presentano come in figura.
(325) Esse permettono di fissare direttamente su una coppia di aste filettate (quelle inferiori) una basetta porta-resistenze tipo « Geloso » a 7 posti.
(326) Le fascette sono ricavate da due striscie di alluminio lunghe 50 mm., larghe 10 mm. e dello spessore di 1 mm.

(327-328) Dato che la posizione del foro è un pò critica, conviene eseguire prima la piegatura, che si può fare a mano adoperando come sagoma il gambo di un giravite purchè il suo diametro sia di 4,5 mm. circa, oppure potremo adoperare direttamente una delle aste filettate, procedendo come è mostrato nella figura.
(329-330) Si abbia cura di piegare la striscia al centro.
(331) Quanto ai fori, da 3,5 mm. di diametro, la loro posizione sulla fascetta è subordinata a due misure: una è la distanza dei fori esistenti sulla basetta porta-resistenze (che è di 63 mm.) e l'altra dall'interasse tra le due aste filettate (88 mm.) su cui verrano fissate. Ciascun foro deve trovarsi a circa 6 ÷ 7 mm. dal bordo della fascetta.
(332) Per risolvere questa piccola incertezza conviene allungare detti fori ad « asola » così da adattarli alle esigenze pratiche del montaggio.
(333-334) Queste illustrazioni mostrano come avverà il fissaggio sulle aste filettate.

4.12) CASSETTA DI PROTEZIONE (P).

Materiale occorrente

n. 2	Assicelle rettangolari di legno, spessore cm. 1, dimensioni cm. 16 × 20
n. 2	Assicelle rettangolari di legno, spessore cm. 1 dimensioni cm. 20 × 26
n. 20	Viti a legno a testa piana 3 × 25
n. 1	Tubetto di mastice attaccatutto
n. 20	Chiodini a « spillo »
	Eventuali: Carta vetrata Vernice

(335) La cassetta ha la funzione di proteggere tutti i componenti dell'oscilloscopio non solo da eventuali urti accidentali, ma anche dalla polvere e in genere da qualsiasi altra ingiuria proveniente dall'esterno. La cassetta da noi adoperata è di legno, sia per facilità di lavorazione che per economia.

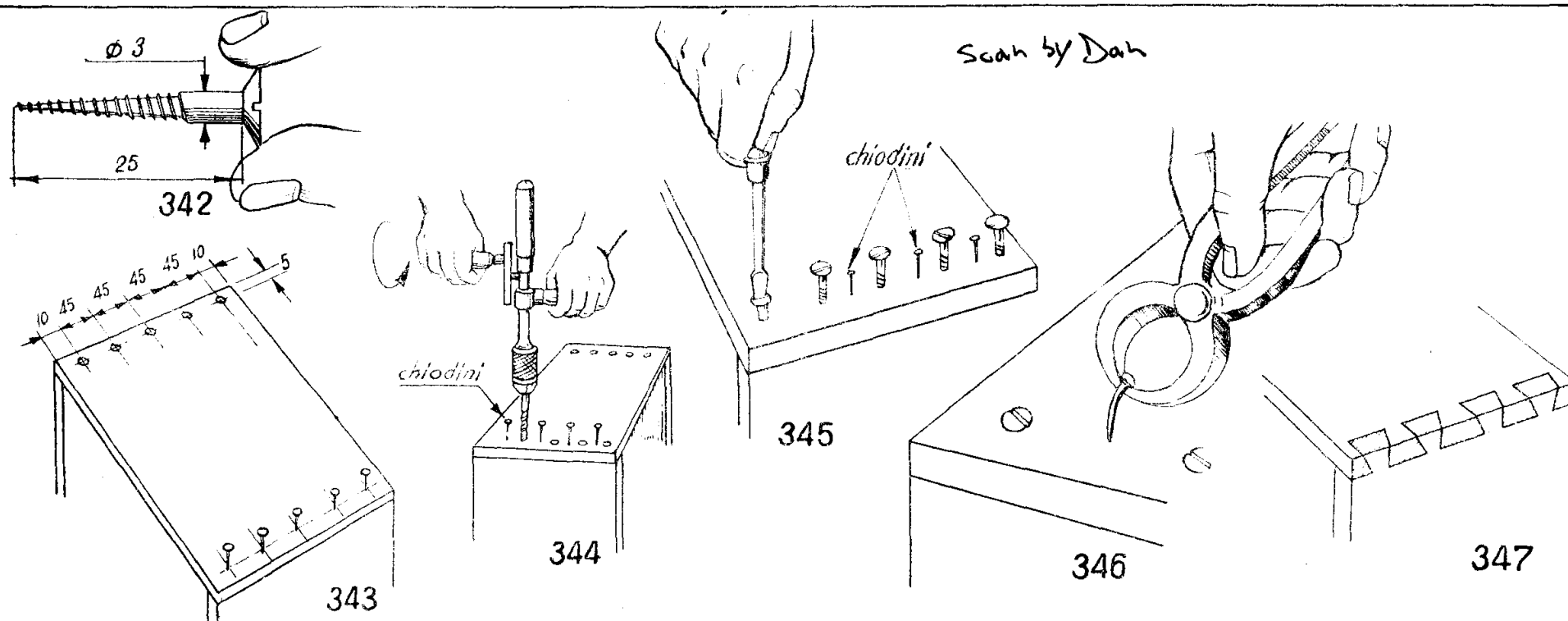
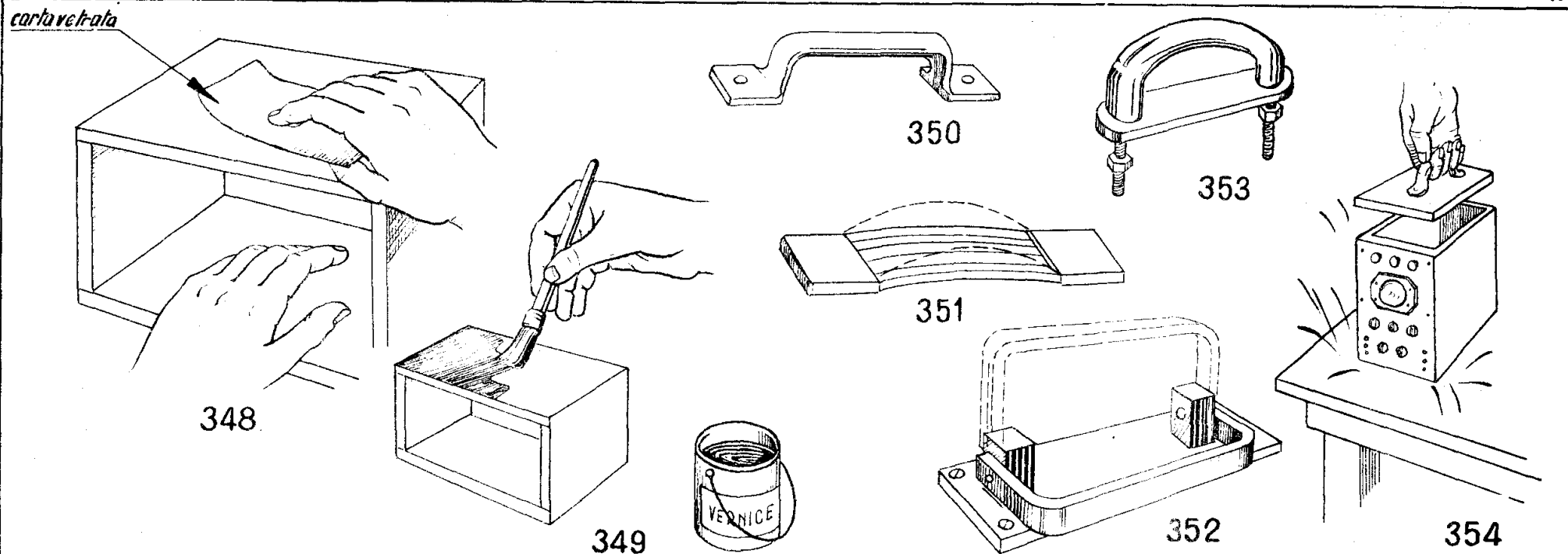
(336) Il modo più semplice per costruirla è questo: si procurano due assicelle di legno (meglio se legno semiduro) da 1 cm. di spessore, con lati di cm. 20 × 16, che rappresentano i fondi ...

(337) ... ed altre due assicelle dello stesso legno ed identico spessore, delle dimensioni di cm. 20 × 26, per le fiancate che ora congiungeremo procedendo nel modo seguente; ...

(338) ... si comincia con il cospargere le 2 coste lunghe 20 cm. delle assicelle più piccole (ossia quelle che saranno rispettivamente il fondo e la parete superiore) con della colla da falegname passata con un pennellino ...

(339) ... o, in mancanza della colla, si stende uno strato di mastice attaccatutto, ...

(340) ... quindi si conficca provvisoriamente sui due bordi di ciascuna delle assicelle più grandi (cioè le fiancate) una serie di chiodi a « spillo » a 5 mm. di distanza dall'orlo; i chiodini dovranno quasi attraversare lo spessore del legno; ...

(341) ... infine si uniscono accuratamente le coppie di assicelle come mostra la figura senza però battere i chiodi a fondo, perchè li dovremo togliere.

Lo scopo di questo primo lavoro è di « formare » la cassetta, riunendo e tenendo a posto le assicelle che la compongono in modo da poter procedere più comodamente alla sua costruzione.
(342) La successiva operazione consiste nel definitivo fissaggio delle assicelle mediante le viti a legno da 3 × 25 ...
(343) ... da disporre, in numero di 5 per ciascuna giunzione, alle distanze indicate in questo disegno (se capitano dove abbiamo già collocato un chiodino provvisorio, toglieremo quest'ultimo).
(344) Per rendere questo lavoro più agevole, specie nel caso che l'essenza del legno sia dura, conviene praticare nella sede delle viti un foro, **di piccolo diametro** (mm. 1,5 massimo), fino ad una profondità di non oltre e 2/3 della lunghezza della vite.
(345) Infine non rimane che da procedere alla messa in opera delle viti stesse, che avviteremo a fondo con un giravite.
(346) Quando la colla od il mastice è ben essiccato (dopo 12 ÷ 24 ore) si tolgono i chiodini, che ormai non servono più, mediante un paio di tenaglie o, in mancanza, adoperando le pinze.
(347) La resistenza meccanica della cassetta, così come è stata costruita, è senz'altro soddisfacente, tanto più che una volta fissati i pannelli metallici anteriore e posteriore il tutto acquista la dovuta indeformabilità.
Il lettore che possieda una discreta abilità nei lavori di falegnameria potrà tuttavia costruire una cassetta ancor più robusta a patto di giuntare le assicelle con incastri a « coda di rondine », preventivamente incollate e quindi chiodate. In tal caso si tenga però presente che le dimensioni delle assicelle più piccole dovranno essere di cm. 20 × 18 (e non più di cm. 20 × 16).

(348) Non sarà male, a costruzione ultimata, se l'interessato procederà alla pulitura delle facce esterne della cassetta mediante carta vetrata, prima grossa e poi man mano più fina.

(349) Finalmente chi lo desidera può anche verniciare la cassetta secondo i propri gusti.
La cassetta può essere meglio rifinita con alcuni **accessori.**
Tra gli accessori ne abbiamo elencati tre, di cui due **facoltativi,** (la maniglia ed i piedini di gomma), ed uno indispensabile che chiameremo per comodità **il quadrante** perchè comprende tutte le diciture relative agli organi di regolazione disposti sul pannello frontale dell'oscilloscopio.

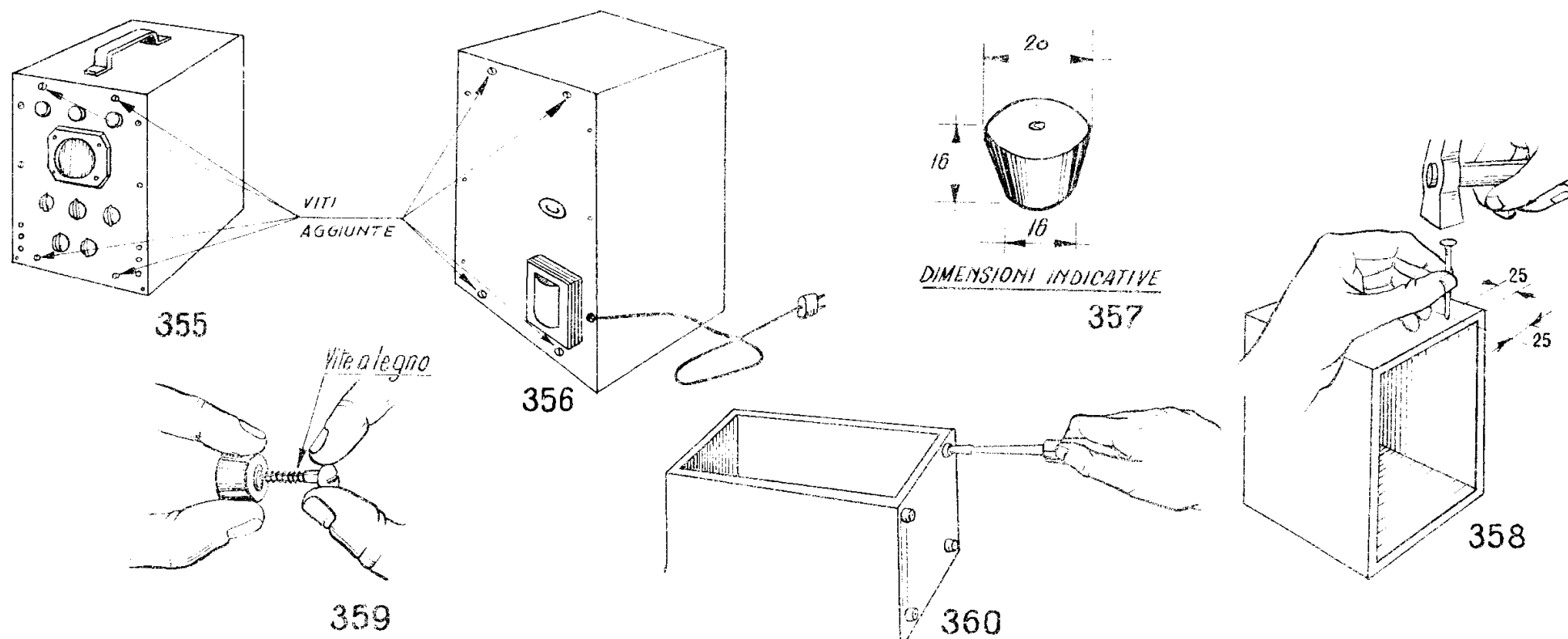
4.13) LA MANIGLIA (T).

(350) Di maniglie adatte allo scopo ne esistono in commercio d'ogni forma, materiale e colore, come questa di tipo comunissimo d'ottone cromato o nichelato, munita di orecchiette con fori di fissaggio ...

(351) ... oppure con impugnatura flessibile (cuoio, materiale plastico, ecc.) che in posizione normale giace aderente al piano di montaggio per elasticità propria, ...

(352) ... o del tipo ribaltabile quando è in posizione, per così dire, di riposo ...

(353) ... od infine — tanto per chiudere la rassegna — come questa di forma moderna, in ferro od ottone nichelato o cromato. Il lettore che desideri corredare la cassetta dello strumento con una maniglia può dunque scegliere secondo i propri gusti.

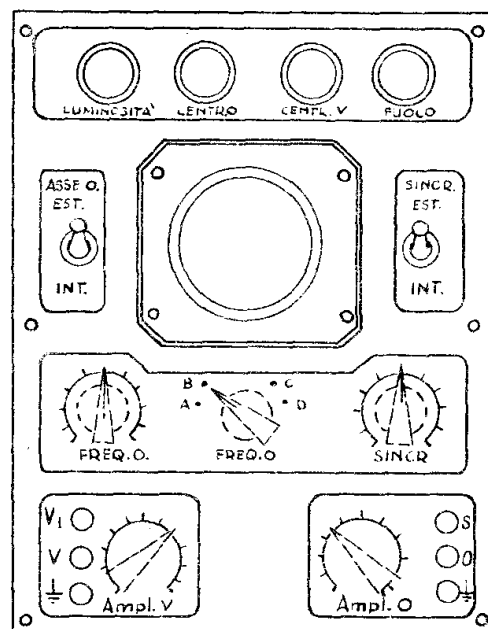
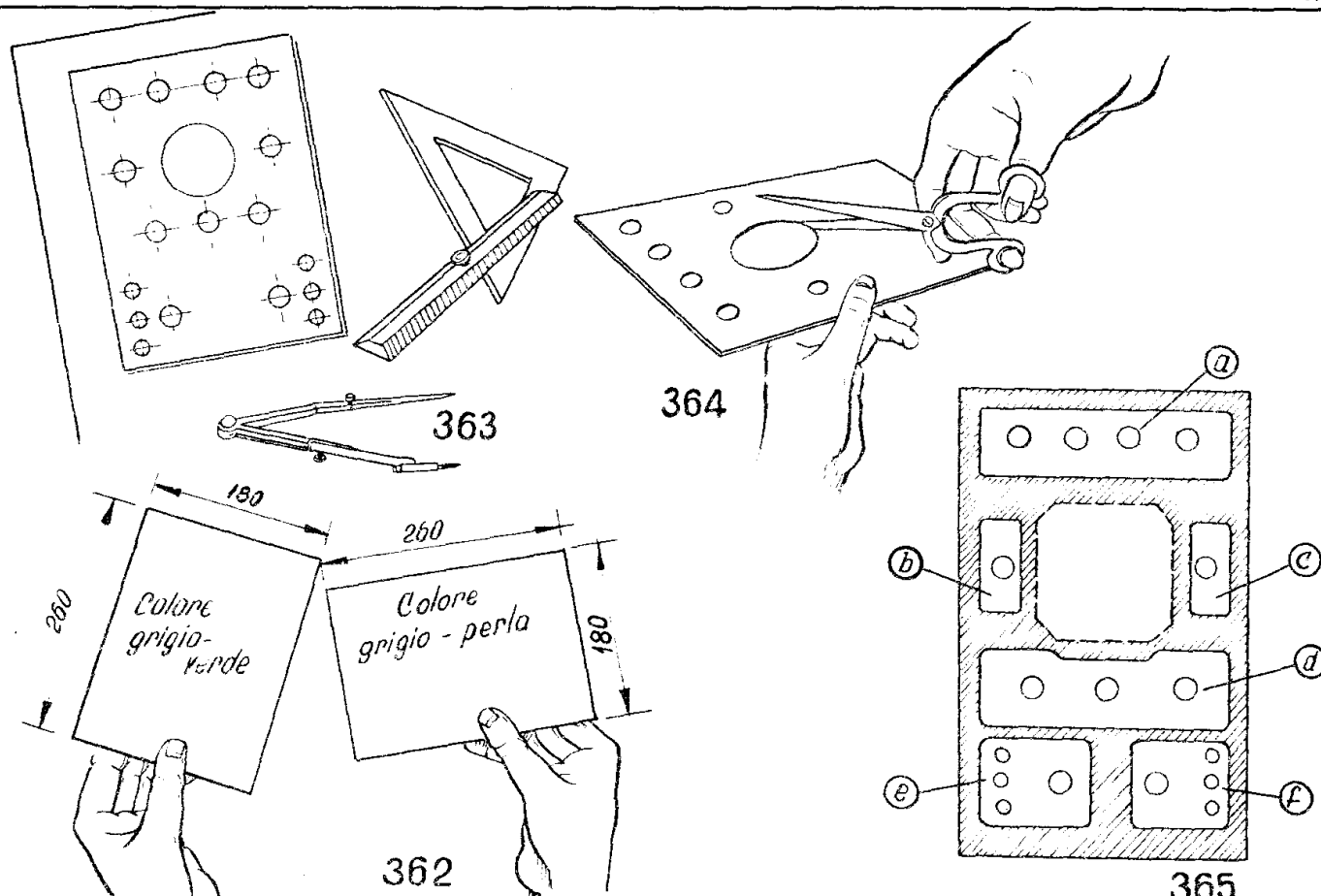
(354) Potrebbe darsi il caso che il lettore, per imperizia o per altri motivi, non abbia costruito una cassetta sufficientemente solida, cosicchè afferrando lo strumento per la maniglia sussiste il rischio che la tavoletta superiore (la quale sopporta tutto il peso dell'oscilloscopio) possa distaccarsi durante il trasporto, con le conseguenze facilmente immaginabili.

(355-356) Semprechè ne sia il caso si può comunque ovviare con facilità a tale inconveniente, fissando alle corrispondenti tavolette tanto il bordo superiore che quello inferiore del pannello frontale e di quello posteriore. Ciò richiede l'esecuzione di altri fori sui citati pannelli, oltre quelli già previsti; non entriamo tuttavia in ulteriori dettagli costruttivi relativamente a tale aggiunta in quanto si tratta di lavori facoltativi.

4.14) PIEDINI DI GOMMA - (U), (V), (X), (Y).

(357) Esistono in commercio dei piedini di gomma di forma tronco-conica (da applicare sotto le gambe delle sedie) che possono servire egregiamente allo scopo.
(358) Per fissarli in corrispondenza dei quattro angoli della tavoletta inferiore della cassetta si incide la sede per la vite, conficcandovi per qualche millimetro la punta di un chiodo sottile ...
(359-360) ... quindi si applicano i piedini mediante una adatta vite a legno.

4.15) DICITURE DEL PANNELLO FRONTALE (O « QUADANTE » Z).

Materiale occorrente

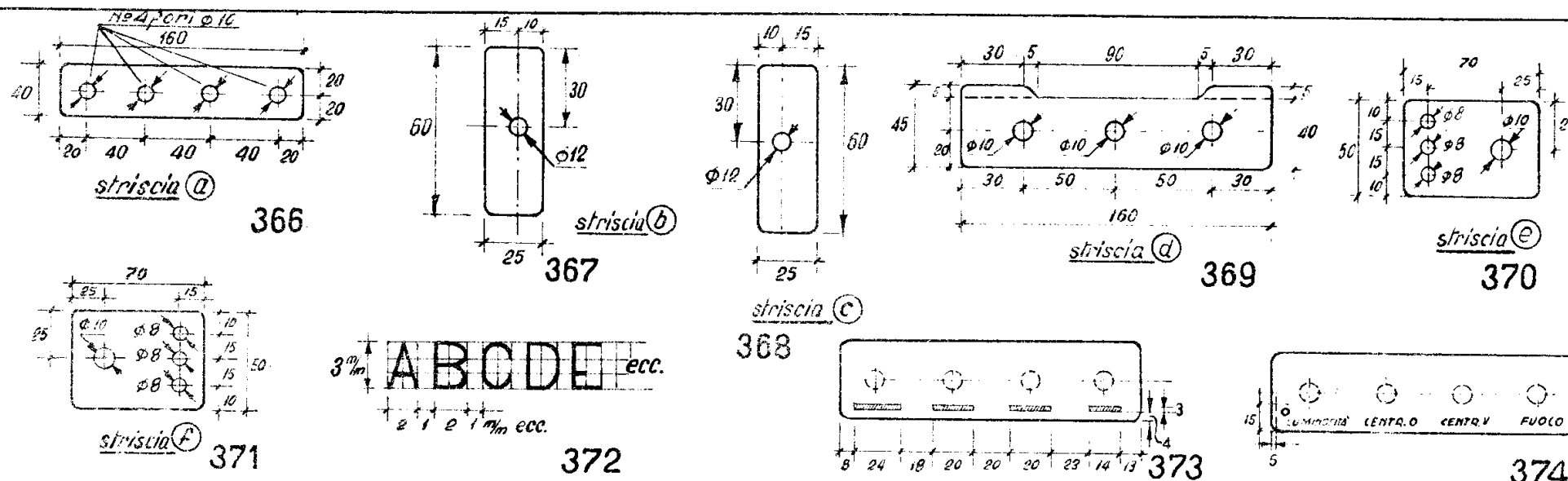
n. 1	Foglio di cartoncino colore grigio marino, dimensioni cm. 18 × 26 (con diciture come disegno)
	oppure
n. 2	Fogli di cartoncino, cm. 18 × 25, uno colore grigio-chiaro e l'altro grigio-azzurro) *(vedi testo)*
n. 1	Tubetto di mastice attaccatutto

361 362 363 364 365

(361) Il disegno rappresenta il pannello frontale con tutte le diciture che in esso devono trovare posto. Il cortoncino da **incollare sul** pannello in questione dovrebbe pertanto recare **le** scritture illustrate, nella stessa posizione del disegno. Volendo però migliorare l'estetica del pannello potremo seppure a prezzo di maggiore pazienza, realizzare il quadrante in questo modo.

(362) Procuriamo due pezzi rettangolari di cartoncino sottile delle dimensioni identiche a quelle del pannello frontale (mm. 180 × 260), a superficie liscia. Uno dei cartoncini dovrà essere di colore grigio-verde e l'altro di colore grigio-perla (oppure il lettore potrà accostare altri colori, secondo i propri gusti).

(363) Sul cartoncino colore grigio-verde si disegna quindi il piano di foratura del frontale, in tutto e per tutto ad esso eguale (attrezzi occorrenti: doppio-decimetro, compasso - squadra e matita) ...

(364) ... poi si ritagliano i fori usando una forbice. Il lavoro si eseguirà agevolmente e con accuratezza adoperando di preferenza un paio di forbicette da unghie a punte ricurve.

(365) Quindi si passa all'altro cartoncino (colore grigio-perla), sul quale dovremo disegnare (con tratto di matita

molto leggero) e ritagliare 6 striscette (a), (b), (c), (d), (e) ed (f) che verranno poi incollate opportunamente a modo di targhetta sul primo cartoncino così da ottenere l'effetto che mostriamo nella figura. I fori indicati si dovranno ritagliare dopo la scritturazione delle diciture.

(366) La striscia (a) è rettangolare, con vertici arrotondati, e le dimensioni dei lati sono mm. 160 × 40; essa reca quattro fori, com'è specificato nel disegno.

(367-368) Le striscette (b) e (c) sono identiche come forma e dimensioni; si noti però la diversa posizione dei fori sulla una e sull'altra. Sono ricavate da due rettangoli da mm. 25 × × 60, arrotondando gli spigoli.

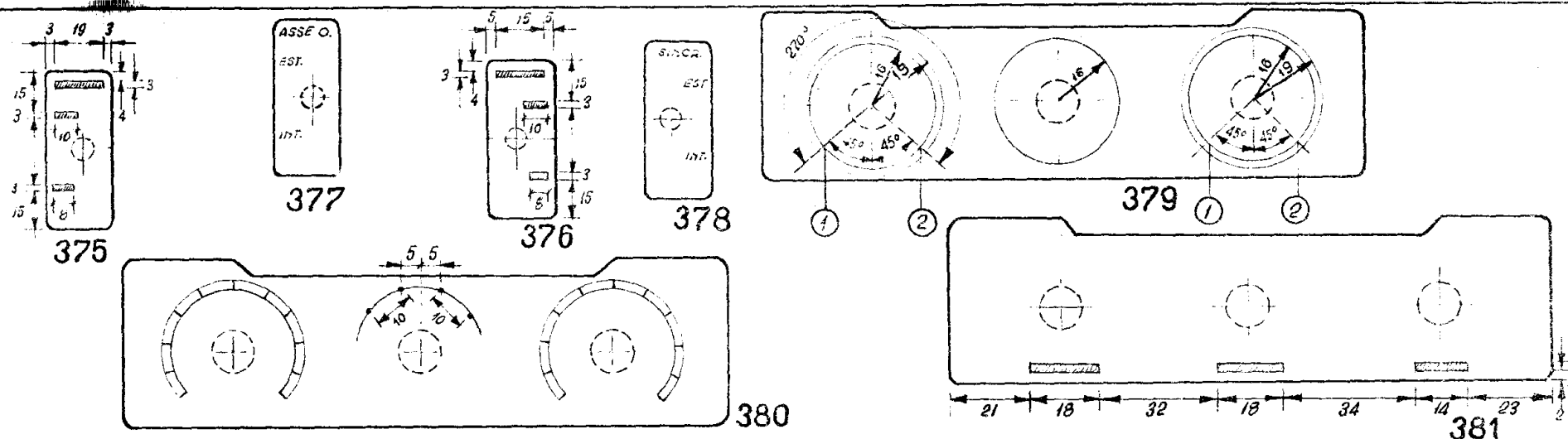
(369) La striscia sagomata (d) è ricavata da un rettangolo di mm. 160 × 45, e porta tre fori; ...

(370-371) ... infine vi sono le 2 striscie (e) ed (f); anche esse hanno dimensioni esterne eguali (mm. 70 × 50); peraltro la disposizione dei fori sull'una è lo « specchio » di quella relativa all'altra.

(372) Si passa adesso alla scrittura delle diciture, che eseguiremo con inchiostro di china nero se il cartoncino delle targhette è chiaro; oppure con inchiostro di china bianco se abbiamo scelto un colore del cartoncino piuttosto scuro. Partendo dal presupposto che non si possieda un normografo, precisiamo che le diciture dovranno essere eseguite in caratteri stampatello, con le lettere alte 3 mm., larghe 2 mm. ed intervallate da 1 mm., com'é mostrato (esagerando le dimensioni) nella figura.

(373) Iniziando dalla striscietta (a), tracciamo a tratto leggero con una matita molto appuntita i quattro rettangolini rappresentati nel disegno, che dovranno delimitare le scritture. Tali rettangolini distano 4 mm. dal bordo inferiore ed hanno l'altezza di 3 mm. ...

(374) ... le diciture da eseguire, a cominciare dal rettangolo di sinistra sono: **LUMINOSITA' - CENTR. O - CENTR V - FUOCO** (Le voci CENTR. O e CENTR. V sono l'abbreviazione di « centraggio orizzontale » e « centraggio verticale » della traccia). Per chi abbia timore di eseguire malamente le scritture suggeriamo di disegnare i rettangoli in questione su un foglio di carta a parte rispettando le dimensioni date, e quindi di esercitarsi fino ad ottenere dei risultati soddisfacenti; soltanto allora si dovranno trasferire le diciture sul cartoncino. Avendo a disposizione dell'inchiostro di china colore rosso,

375 376 377 378 379 380 381

sarebbe bene disegnare un cerchietto del diametro di 3 mm. circa nella posizione illustrata, a sinistra del primo foro sopra la scritta « **LUMINOSITA'** ». Esso indica la posizione dell'interruttore generale dell'oscilloscopio, che è abbinato al comando di questo potenziometro.

Quando l'inchiostro è bene asciugato, si ritagliano i fori e poi con una gomma da lapis si cancellano accuratamente tutti i segni di matita che erano stati tracciati sul cartoncino. La targhetta (a) è così pronta, e la metteremo provvisoriamente da una parte.

(**375-376**) Le strisciette (b) e (c) contengono ognuna tre diciture, di cui quella in alto indica la funzione del rispettivo commutatore e le altre due (corrispondenti alle posizioni di lavoro che ciascun commutatore può assumere), il tipo di funzionamento dello strumento in relazione alla predisposizione operata. Il disegno illustra chiaramente come bisogna tracciare i rettangoli che dovranno contenere le scritture.

(**377-378**) ... ed ecco le voci che bisogna scrivere sulle targhette in questione.

L'abbreviazione « **ASSE O** » significa asse orizzontale (ossia asse dei tempi) e quelle **EST.** ed **INT.** rispettivamente « Esterno » ed « Interno »; **SINCR.** è l'abbreviazione di « Sincronismo ».

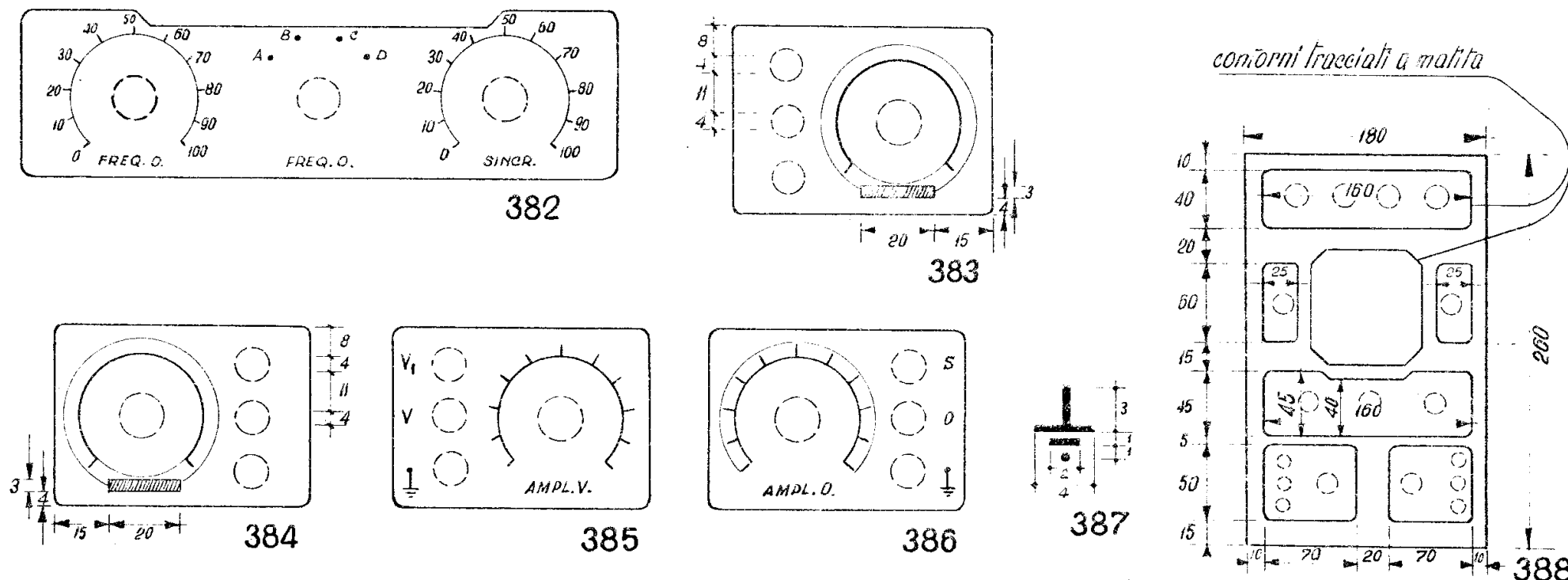
Anche ora si dovrà ritagliare il foro con le forbici, su entrambi i cartoncini, e quindi eseguire la cancellazione meticolosa dei segni di matita.

(**379**) La tracciatura preliminare della striscia (d) è più laboriosa; oltre gli attrezzi da disegno adoperati per le precedenti targhette bisogna servirsi altresì di un compasso (e possibilmente di un goniometro).

Cominciamo a disegnare, facendo perno sul centro dei fori, tre circonferenze con raggio 16 mm., quindi conduciamo altre due circonferenze concentriche con raggio 19 mm., in corrispondenza dei fori estremi. Su di esse dovremo individuare i due punti (1) - (2) così da ottenere un arco di 270° (perchè tale è l'angolo di rotazione dei normali potenziometri).

(**380**) Gli archi di 270° delle circonferenze condotte attorno l'asse del 1° e del 3° foro vanno quindi divisi (procedendo per tentativi, in mancanza di un goniometro, con l'aiuto di un compasso), in 10 parti eguali. Sull'arco disegnato attorno al foro centrale individueremo invece quattro punti, come illustrato nel disegno.

(**381**) Infine tracciamo i soliti rettangolini entro i quali vanno scritte le diciture, regolandoci in base alle misure specificate

382 383 384 385 386 387 388

nel disegno. Si noti che essi distano 2 mm. dal bordo inferiore del cartoncino.

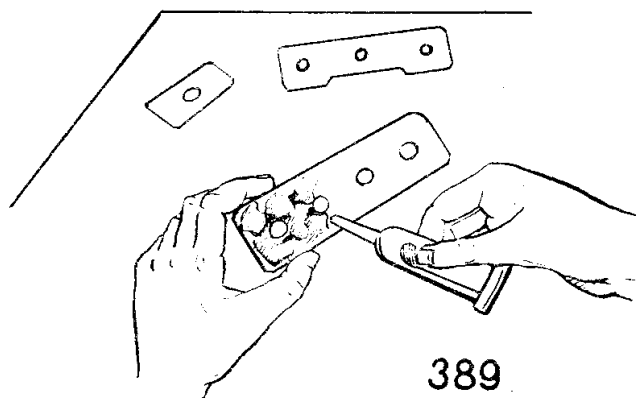
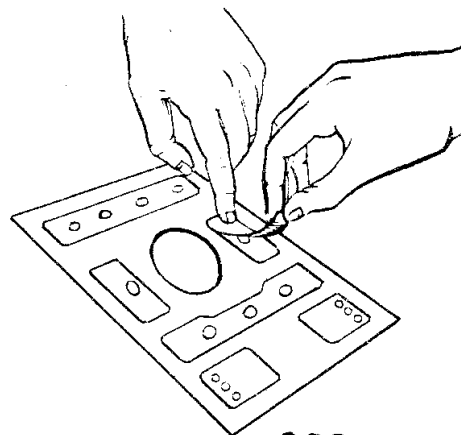
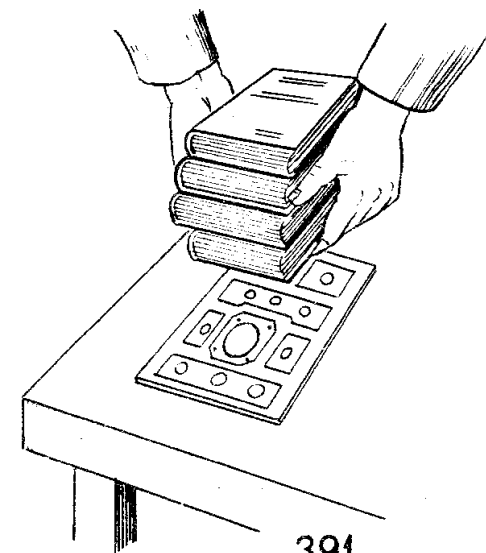
(382) Ed ecco finalmente come dovrà apparire la targhetta dopo aver passato ad inchiostro le graduazioni che ci interessano e scritte le diciture. Si noti che i quattro punti sullo arco del foro centrale li abbiamo distinti con le lettere **A, B, C, D,** in caratteri stampatello. La voce **FREQ. O** (frequenza orizzontale) indica la frequenza dell'asse dei tempi; quella **SINCR.** è l'abbreviazione di « sincronismo ».

Completeremo il lavoro ritagliando i fori e cancellando i segni di matita.

(383-384) Passiamo adesso alle targhette (e), (f), sulle quali disegneremo a matita, attorno ai fori dei potenziometri, le graduazioni circolari identiche a quelle già tracciate nella striscia (d) (pertanto non è il caso di ripetere la descrizione della procedura). Quindi disegnamo i rettangoli in basso, a 4 mm. di distanza dal bordo inferiore, ed ancora le linee di riferimento accanto ai fori delle boccole nella posizione di cui al disegno.

(385-386) Le figure mostrano l'aspetto definitivo delle targhette. **AMPL. V.** ed **AMPL. O.** significano rispettivamente « Amplificazione verticale » ed « Amplificazione orizzontale »; inoltre notiamo accanto alle boccole le lettere **V₁ - V,** sulla striscia di cartone (e), e quelle **S** ed **O** sulla striscia (f), che indicano i punti di ingresso del segnale da osservare (**V₁ - V**), del segnale di sincronismo (**S**) e dell'eventuale asse dei tempi esterno all'oscilloscopio (**O**). Le due bocole in basso recano accanto il simbolo di **massa,** ...

(387) ... che potremo dimensionare così.

(388) Tutte le targhette sono ora preparate e pronte per lo

389

390

391

incollaggio sopra il cartoncino del frontale. Allo scopo di piazzarle esattamente nella propria sede, senza correre il rischio di fissarne qualcuna un po' storta, bisogna disegnare sul cartoncino in questione il contorno delle striscie, come illustra il disegno quotato.

(389) Poi si stende sul retro delle targhette uno strato uniformemente distribuito di mastice ...

(390) ... e si passa ad incollarle ciascuna nella sede corrispondente.

(391) Infine, per farle aderire perfettamente, si caricano con dei pesi (interponendo prima tra questi e le targhette un foglio di cartoncino qualsiasi).

A sua volta il cortoncino frontale, completo di targhette, dovrà essere incollato sul pannello di alluminio, procedendo in modo analogo.

Un altro metodo possibile per preparare il quadrante dello oscilloscopio (con eliminazione completa delle parti in cartoncino), che conduce a dei risultati esteticamente migliori, consiste nel verniciare a spruzzo il pannello frontale con della vernice alla nitrocellulosa di colore adatto, come il grigio-marino. Poi si preparano le targhette (a), (b), (c), (d), (e), ed (f) non più di cartone, ma di lamierino metallico qualsiasi (alluminio, durallumínio, ferro, ottone, ecc.) da 2/10 ÷ 3/10 di spessore, anch'esse da verniciare alla nitrocellulosa in colore più chiaro o più scuro del frontale, affinchè risaltino bene; su di esse verranno poi scritte le diciture corrispondenti. In tal caso per il fissaggio delle targhette non servirebbe alcun mastice, bastando serrarle sotto i dadi dei potenziometri, interruttori, ecc. che vanno montati sul pannello frontale.

Se il lettore è buon disegnatore gli consigliamo però di disegnare sul pannello verniciato alla nitro, con inchiostro di china bianco, i contorni delle striscie (vedi fig. 388) e poi di scrivere entro questi rettangolini le diciture già menzionate.

Per evitare che le scritture possano distaccarsi, sarebbe poi bene di spruzzare sul pannello (s'intende, dopo avere eseguito le scritture stesse) una mano di vernice trasparente. Questa soluzione porterebbe a dei risultati esteticamente molto soddisfacenti.

W3

CAPITOLO QUINTO

MONTAGGIO DELLE PARTI MECCANICHE E FISSAGGIO DEI COMPONENTI SUL PANNELLO FRONTALE

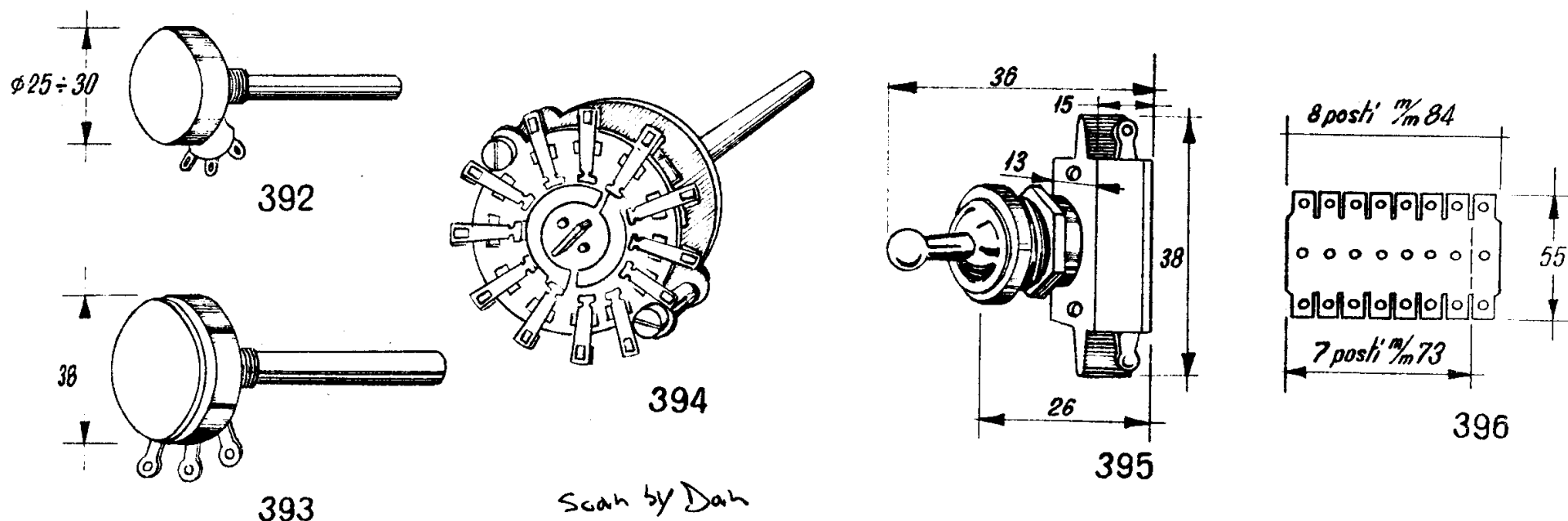
Scan by Dan

Il lettore avrà notato il particolare sistema costruttivo di questo strumento, in cui non si è fatto uso di un unico telaio di montaggio. La soluzione prescelta offre peraltro due vantaggi: prima di tutto di rispondere alle esigenze di distribuzione e di montaggio dei diversi componenti, e nello stesso tempo di avviare il lettore alle costruzioni tipo « professionale ».
Il complesso dei materiali occorrenti per eseguire i lavori descritti nel presente Capitolo sono dettagliati nelle tabelle che seguono, (incluse, per completezza, le parti meccaniche descritte nel precedente capitolo).

Elenco parti meccaniche

n. 1	Pannello frontale	Fig. 238
n. 1	Flangia per tubo catodico, con paraluce	245
n. 2	Supporti per aste filettate	269
n. 4	Aste filettate con dadi	286 ÷ 287
n. 1	Pannellino per zoccolo tubo catodico	288 ÷ 290
n. 1	Supporto per valvola asse dei tempi	296
n. 1	Telaio per amplificatori orizzontale e verticale	302
n. 1	Supporto per valvola amplificatori orizzontale e verticale	302
n. 2	Cravattine per montaggio fascetta porta-resistenze	324
n. 1	Colonnina distanziatrice, altezza 15 mm., ∅ foro 3,5 mm.	
n. 2	Colonnine distanziatrici, altezza 10 mm., ∅ foro 3,5 mm.	
n. 6	Bulloncini 3 × 10 (oppure 1"/8 × 10)	
n. 10	Bulloncini 3 × 15 (oppure 1"/8 × 15)	
n. 1	Bulloncino 3 × 20 (oppure 1"/8 × 20)	

Elenco parti elettriche

n. 1	P1	Potenziometro lineare da 50.000 Ω (con interruttore
» 3	P2-P7-P8	Potenziometri lineari da 500.000 Ω
» 2	P3-P4	Potenziometri lineari da 2 MΩ
n. 1	P5	Potenziometro lineare da 10.000Ω
» 1	P6	Potenziometro doppio monocomando 2 × 1 MΩ
» 2	S1-S2	Commutatori a scatto - 1 via, 2 posizioni
» 1	S2	Commutatore rotativo - 2 vie, 5 posizioni (Geloso 2003)
» 2	—	Zoccoli porta-valvole tipo « NOVAL »
» 1	—	Zoccolo per tubo a raggi catodici « PHILIPS DG7/6 »
» 1	—	Basetta porta-resistenze a 7 posti (Geloso 645 - vedi testo)
» 1	—	Basetta porta-resistenze a 8 posti (Geloso 646 - vedi testo)
» 1	—	Morsettiera con 9 capicorda (vedi figura 312)
» 1	—	Ancoraggio doppio
» 1	—	Ancoraggio semplice
» 4	—	Terminali di massa (∅ del foro millimetri 3,5)
» 1	—	Terminale di massa (∅ del foro millimetri 5)
» 6	—	Boccole isolate (3 coppie di colori: n. 2 nere, n. 2 rosse, n. 2 verdi)
» 5	—	Bottoni ad indice
» 4	—	Bottoni cilindrici (sostituibili con altrettanti ad indice)

Attrezzi necessari

1	giravite tipo medio (lama larga 5 m/m)
1	giravite tipo piccolo (lama larga 3 m/m circa)
1	pinza universale
1	seghetto per metalli
1	lima piana per metalli tipo medio
	altri attrezzi consigliabili:
1	pinzetta a molla
1	chiave a tubo o spaccata da 6-7
1	chiave a tubo o spaccata da 8-9 (per boccole)
1	chiave a tubo o spaccata da 12-13 (per potenziometri)
1	limetta tonda a « coda di topo »
1	forbice da elettricista
1	morsa da banco

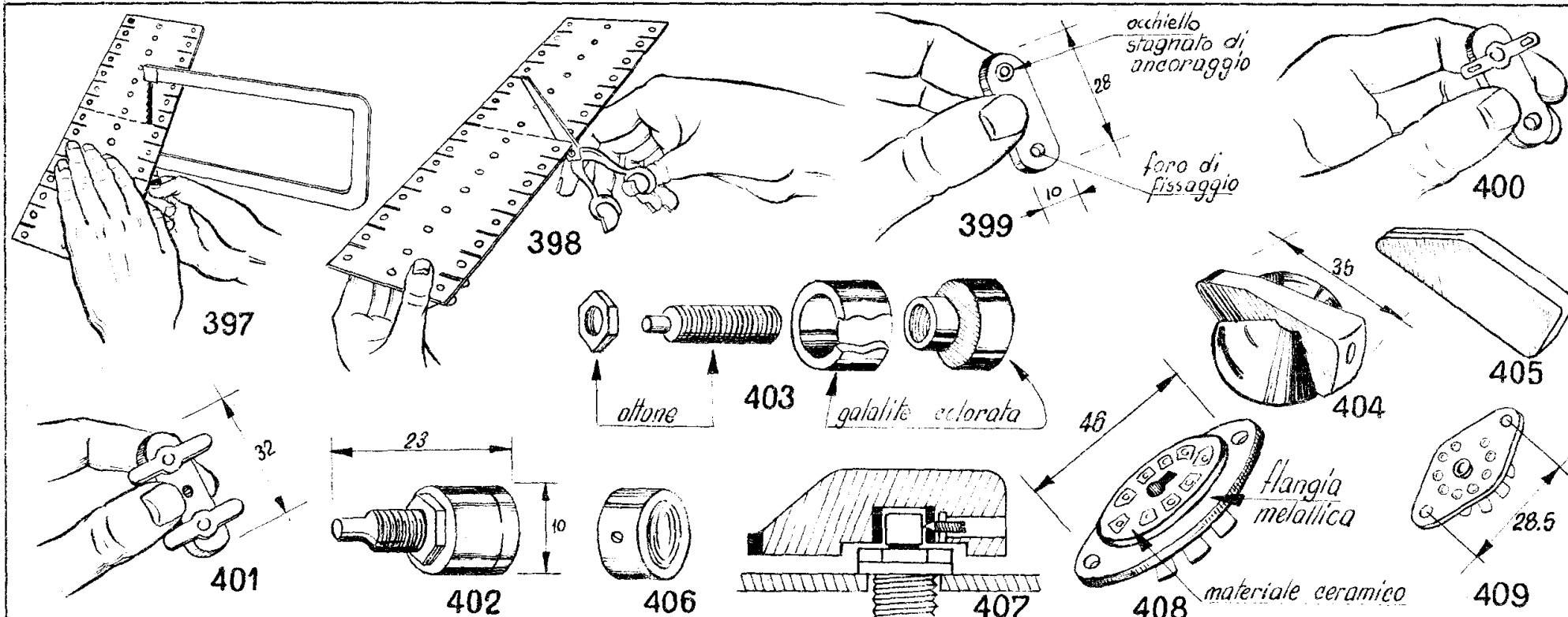
5. 2) OSSERVAZIONI SUI COMPONENTI.

Mentre le parti meccaniche vere e proprie sono già state dettagliatamente illustrate nel paragrafo precedente, vogliamo dare qualche notizia sulla forma e dimensioni di alcuni componenti da noi usati.

(392-393) I potenziometri reperibili normalmente in commercio hanno le dimensioni come dai tipi illustrati nelle figure. Ad ogni modo i fori di fissaggio sul pannello sono stati distanziati in modo da poter montare affiancati anche dei potenziometri del tipo più ingombrante (nel senso del diametro).

(394) Il commutatore rotativo S_2 che abbiamo usato è del tipo « GELOSO 2003 » a 2 vie e 5 posizioni (di queste posizioni ne useremo però soltanto 4), ...

(395) ... questi invece sono i commutatori a scatto S_1 ed S_3, ad 1 via - 2 posizioni, detti anche nel gergo pratico dei radiomontatori « commutatori a pallina » a motivo della piccola sferetta situata sulla levetta di comando.

(396) Le basette porta-resistenze a 7 ed a 8 posti sono anche esse del tipo Geloso (a 7 posti: tipo 645; ad 8 posti: tipo 646). Naturalmente si può approvvigionare anche un unico pezzo per complessivi 15 posti, ...

(**397-398**) ... tagliandolo poi in due tronconi, rispettivamente di 7 ed 8 posti, per mezzo di una forbice da elettricista oppure segandolo con un archetto da traforo.

(**399**) La figura illustra l'ancoraggio semplice, che può essere indifferentemente del tipo con anello stagnato, ...

(**400**) ... oppure con terminale a due pagliette, ...

(**401**) ... ed ecco l'ancoraggio doppio.

(**402**) Le boccole isolate, che adopereremo come punti di ingresso allo strumento (entrata amplificatore verticale, entrata amplificatore orizzontale, sincronismo esterno) sono di questo tipo, ...

(**403**) ... e si possono smontare nelle parti componenti chiaramente visibili nel disegno.

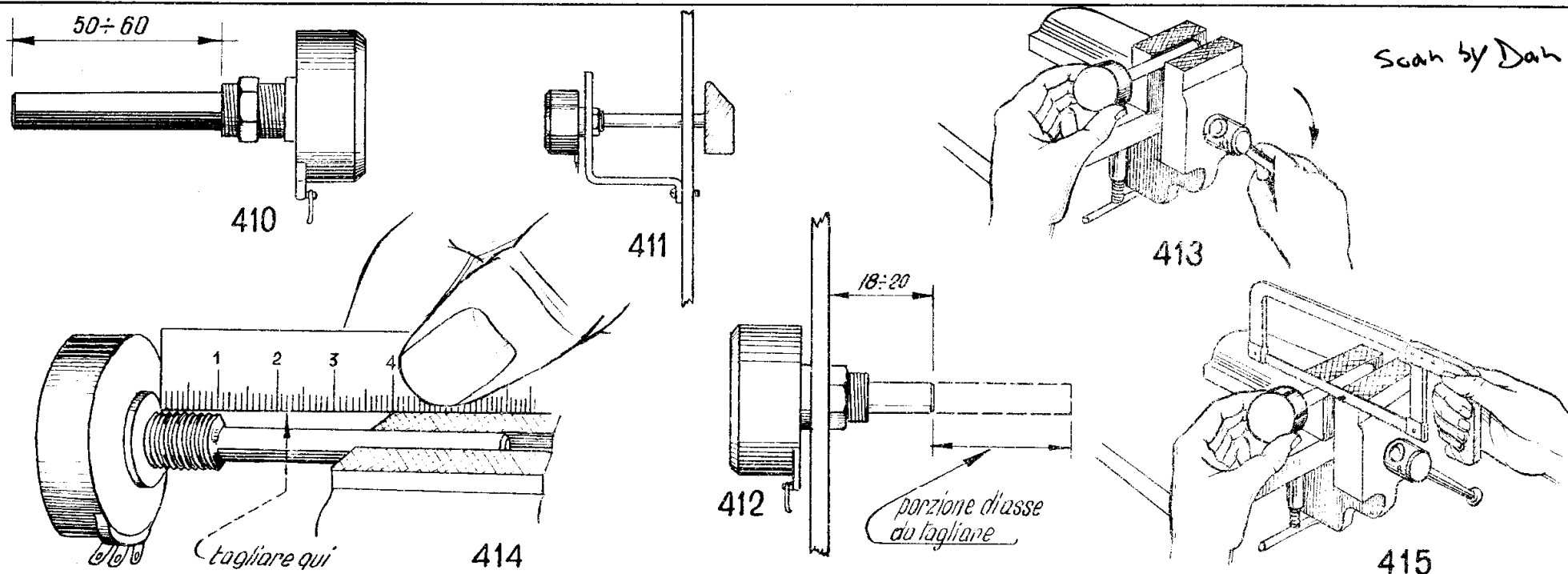
(**404**) Diamo ora una rappresentazione dei bottoni ad indice adoperati; nulla vieta però di impiegarne altri simili, ...

(**405**) ... come ad esempio questi, a condizione che abbiano all'incirca la medesima lunghezza, ...

(**406**) ... ed infine ecco un esemplare di bottone cilindrico.

(**407**) Indipendentemente dalla forma (ed in commercio esiste una grande varietà di bottoni d'ogni foggia, grandezza, materiale e colore), dovremo usare quei modelli che prevedono il fissaggio per mezzo della viterella (o « grano ») laterale, che va a bloccare sull'asse del potenziometro come mostrato nella figura, e non quelli che si fissano a molla o con altri sistemi ...

(**408**) ... chiudiamo la rassegna illustrando lo zoccolo per il tubo a raggi catodici ...

(**409**) ... ed uno zoccolo porta-valvola tipo « noval ».

5. 3) LAVORI MECCANICI PRELIMINARI SUI COMPONENTI.

a) Accorciamento albero potenziometri e commutatore S_2.

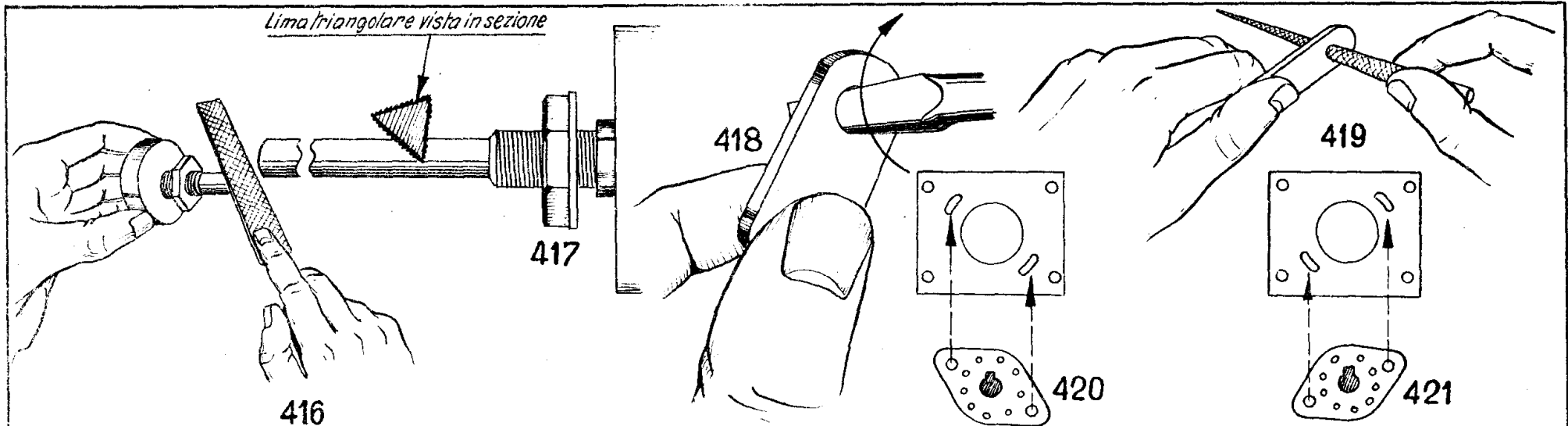
(410) I potenziometri ed i commutatori, così come si trovano in commercio, hanno l'asse di comando (di acciaio dolce o di ottone), lungo 50 ÷ 60 m/m, ...

(411) ... per dar modo a chi l'adopera di montarli in posizione arretrata rispetto al pannello frontale qualora ciò sia imposto da particolari ragioni di natura puramente elettrica o meccanica.

(412) Nel nostro caso bisogna invece accorciare l'asse, lasciandone quanto basta perchè vi si possa fissare il bottone di comando. A tale scopo, la parte sporgente dal pannello dovrà misurare 18 ÷ 20 m/m.
Chi non dispone di attrezzi adatti (morsa da banco, seghetto per metalli, lima) farà bene a recarsi presso un'officina meccanica, a far tagliare gli alberi di tutti i potenziometri e del commutatore, operazione che richiede pochissimo tempo e minima spesa.
Coloro che possono eseguire direttamente questo lavoro, dovranno invece procedere nel modo che segue: ...

(413) ... si stringe l'asse, per un tratto lungo 20 ÷ 30 m/m circa fra le ganasce della morsa, ...

(414) ... quindi si misura un segmento lungo 21 ÷ 22 m/m (22 m/m se lo spessore del pannello frontale è di 2 m/m), che localizza sull'asse il punto dove eseguiremo il taglio.
La misurazione in questione va fatta a partire dalla flangia del potenziometro che batte contro la parete posteriore del pannello su cui esso verrà montato.

(415) Infine, sostenendo il corpo del potenziometro (o del commutatore) con una mano, con l'altra si afferra il seghetto per metalli e si procede al taglio della porzione di asse da eliminare.

(416) Dopo il taglio è necessario togliere la sbavatura, che altrimenti impedirebbe l'applicazione del bottone. Questa operazione si esegue mediante una lima piana, adoperata in modo da smussare l'estremo dell'asse.
(417) Quando non si dispone del seghetto per metalli, si può procedere al taglio dell'asse dei potenziometri, seppure a prezzo di maggior fatica, usando una lima quadrata (« quadrello ») o triangolare, come mostra la figura.

b) **Allargamento del foro sull'ancoraggio semplice.**

(418) Il foro di montaggio dell'ancoraggio semplice è usualmente di m/m 3,5 ÷ 4; ma poichè tale componente dovrà essere fissato su una delle aste filettate, che sono da m/m 4 o 4,5 (oppure 3"/16 = 4,7 m/m), bisogna allargare il foro stesso. Se abbiamo un adatto giravite, con la parte estrema della lama di forma leggermente trapezoidale, potremo effettuare questo lavoro adoperandolo come « alesatore ».
(419) Per non correre il rischio di rompere l'isolante dello ancoraggio (bachelite o cartone bachelizzato), sarebbe meglio però eseguire l'allargamento del foro mediante una piccola lima tonda a « coda di topo » (così chiamata a motivo della piccola sezione).

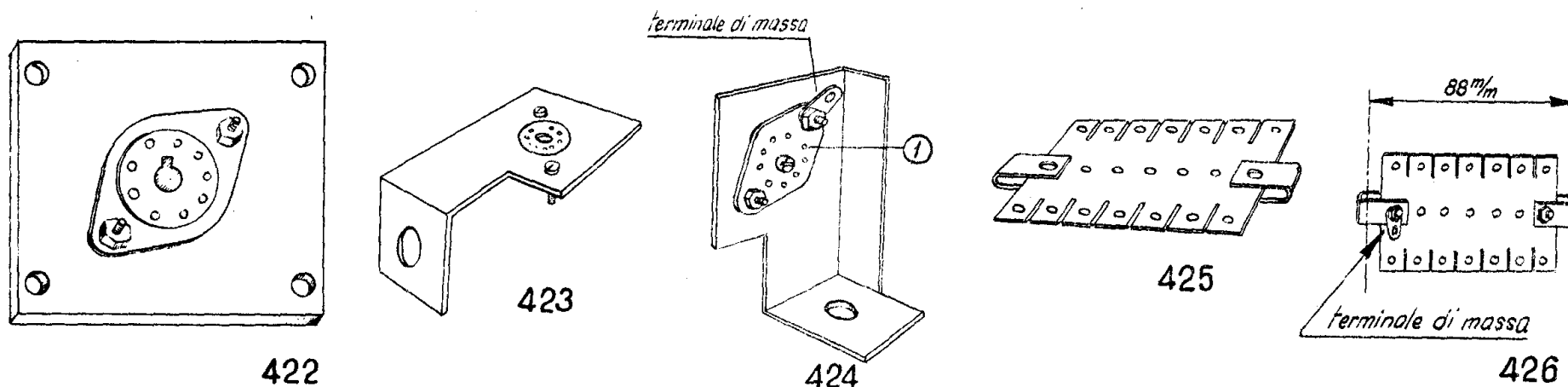
(**NOTA**: quest'ultimo attrezzo è molto utile per ritoccare il diametro dei fori di parti meccaniche da montare in posizione obbligata dalla distanza dei fori corrispondenti, allorchè per imprecisioni di lavorazione questa corrispondenza non si verifica con esattezza).

5. 4) PREPARAZIONE DEL PANNELLINO DI SUPPORTO DELLO ZOCCOLO PER TUBO A RAGGI CATODICI.

Dal gruppo di parti varie elencate all'inizio del capitolo, scegliamo:

n. 1	Pannellino per zoccolo tubo catodico (fig. 288-290)
n. 1	Zoccolo per tubo a raggi catodici Philips DG7/6
n. 2	Bulloncini da 3 × 10 (oppure 1"/8 × 10)

(420) Per montare correttamente lo zoccolo sul pannellino, orientandolo con la chiavetta di riferimento verso l'alto, si badi come sono disposte le orecchiette di fissaggio rispetto detta chiavetta, e cioè così ...
(421) .. oppure così. A seconda dell'una o dell'altra disposizione predisponiamo il pannellino in modo che i fori di fis-

422 423 424 425 426

saggio dello zoccolo corrispondano. Trascurando questo preliminare potrebbe darsi di dover rifare due volte il lavoro, allorchè in fase di montaggio del pannellino sulle aste filettate, ci accorgeremmo che lo zoccolo risulta orientato con la chiavetta in basso.

(422) Lo zoccolo verrà fissato, mediante i due bulloncini da 3 × 10 (o da 1"/8 × 10), in modo che la sua flangia appoggi contro il lato posteriore del pannellino.
Completato questo « pre-montaggio », accantoniamo temporaneamente il pannellino.

5. 5) PREPARAZIONE DEL SUPPORTO PER VALVOLA DELL'ASSE DEI TEMPI.

Delle parti già elencate ci occorrono:

n. 1	Supporto per valvola dell'asse dei tempi (fig. 296)
n. 1	Zoccolo porta-valvola tipo « Noval »
n. 2	Bulloncini 3 × 10 (oppure 1"/8 × 10)
n. 1	Terminale di massa

(423) Fissiamo lo zoccolo sul supporto, mediante la coppia di bulloncini, orientandolo come mostra la figura.

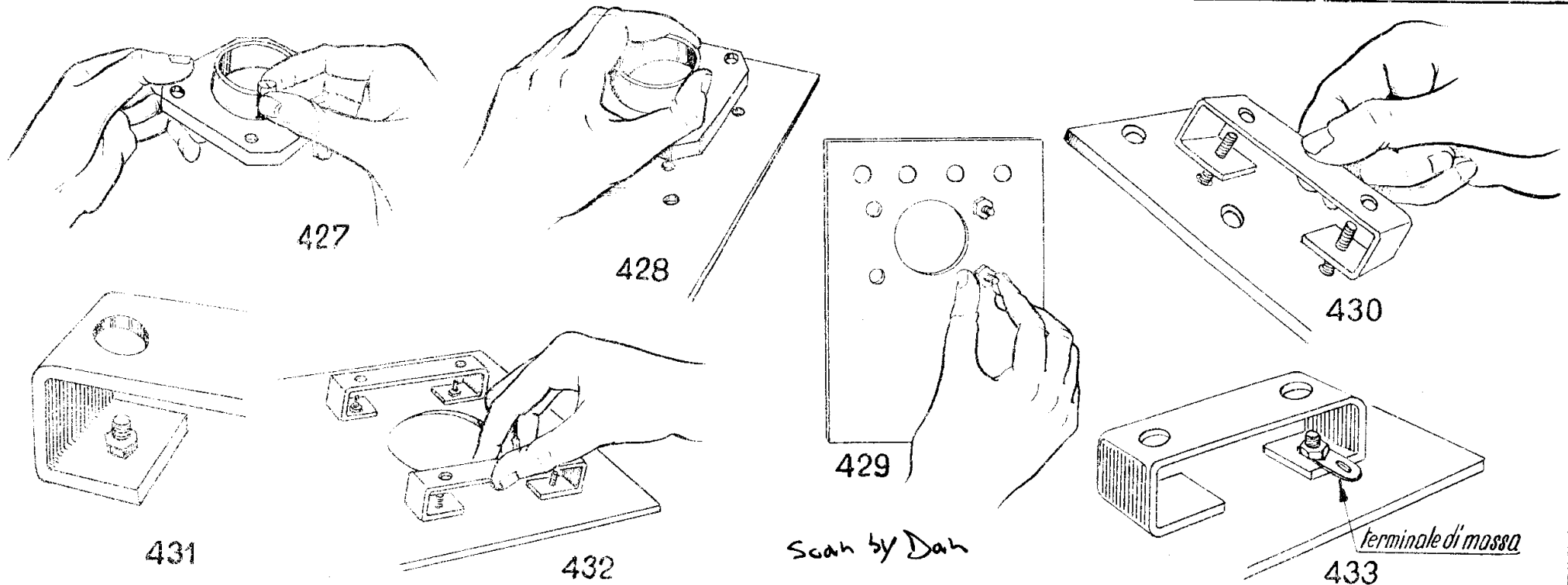
(424) Sotto al bulloncino più vicino al lato posteriore del supporto serriamo il terminale di massa.
Il supporto è così pronto per il successivo montaggio nella propria sede; momentaneamente però lo terremo da una parte.

5. 6) PREPARAZIONE DELLA BASETTA PORTA-RESISTENZE A 7 POSTI.

Ci occorrono, dei materiali già elencati:

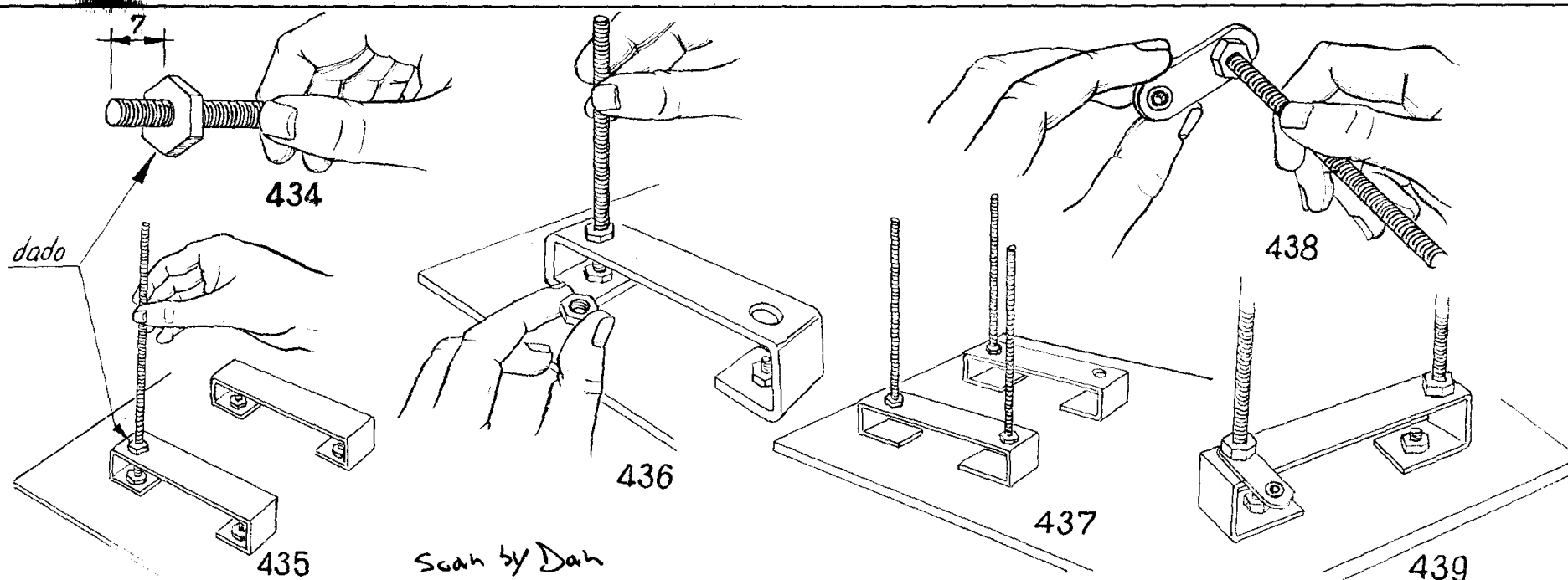
n. 1	Basetta porta-resistenze a 7 posti
n. 2	Cravattine di fissaggio per detta basetta (fig. 324)
n. 2	Bulloncini da 3 × 10 (oppure 1"/8 × 10)
n. 1	Terminale di massa

(425) Inseriamo la basetta tra le due alette delle fascette « a cravatta », in corrispondenza dei due fori estremi della basetta stessa, ...

(426) ... quindi applichiamo il bulloncino con l'avvertenza di interporre sotto uno dei due dadi il terminale di massa. Non occorre per il momento serrare a fondo i dadi.
Accantoniamo anche questo componente in attesa di montarlo.

5. 7) MONTAGGIO DEI COMPONENTI SUL PANNELLO FRONTALE. I FASE.

Prepariamo queste parti:

n. 1	Pannello frontale
n. 1	flangia con paraluce
n. 2	supporti per aste filettate
n. 1	terminale di massa
n. 4	Bulloncini 3 × 15 (oppure 1"/8 × 15)

(427) Infiliamo i bulloncini nei **4** fori della flangia ...
(428) ... e quindi il tutto nei **4** fori corrispondenti del pannello frontale.
(429) Provvisoriamente mettiamo i dadi ai due bulloncini di destra (guardando il pannello da tergo), serrandoli appena con le dita, quanto basta per trattenere la flangia; ...
(430) ... sull'altra coppia di bulloncini infiliamo uno dei supporti per aste filettate, come mostra la figura, ...
(431) ... e poi applichiamo i dadi, senza stringerli ancora a fondo.
(432) Togliamo i dadi dall'altra coppia di bulloncini ed infiliamo il secondo supporto per aste filettate ...
(433) ... e rimettiamo nuovamente i dadi, applicando a quello superiore il terminale di massa.
Adesso possiamo serrare i dadi a fondo, girandoli con un cacciavite mentre terremo fermo il dado con le pinze (o meglio ancora, con la chiave spaccata da 6). Per eseguire bene questo lavoro, non conviene stringere completamente i bulloncini uno per uno, bensì si dovranno serrare un poco alla volta passando alternativamente da uno a quello diagonal**mente opposto.**
Poichè la flangia è di legno, la testa del bulloncino durante il serraggio **affonderà parzialmente** nello spessore del legno.

5. 8) MONTAGGIO DEI COMPONENTI SUL PANNELLO FRONTALE. II FASE.

Prepariamo i seguenti pre-montaggi già allestiti:
— pannello frontale (vedi paragrafo 5.7);
— basetta porta-resistenze a 7 posti (paragrafo 5.6);
— pannellino di supporto dello zoccolo per tubo catodico (paragrafo 5.4);
nonchè queste parti (già comprese nell'elenco generale):

n. 4	aste filettate con dadi
n. 1	ancoraggio semplice
n. 1	morsettiera con 9 capicorda
n. 1	terminale di massa con foro da 5 m/m

(434) Togliamo dalle aste filettate (che sono corredate ognuna di 5 dadi) tutti i dadi **meno uno,** che porteremo alla distanza di 7 m/m da un estremo. Questo lavoro và eseguito, s'intende, per tutte e quattro le aste.

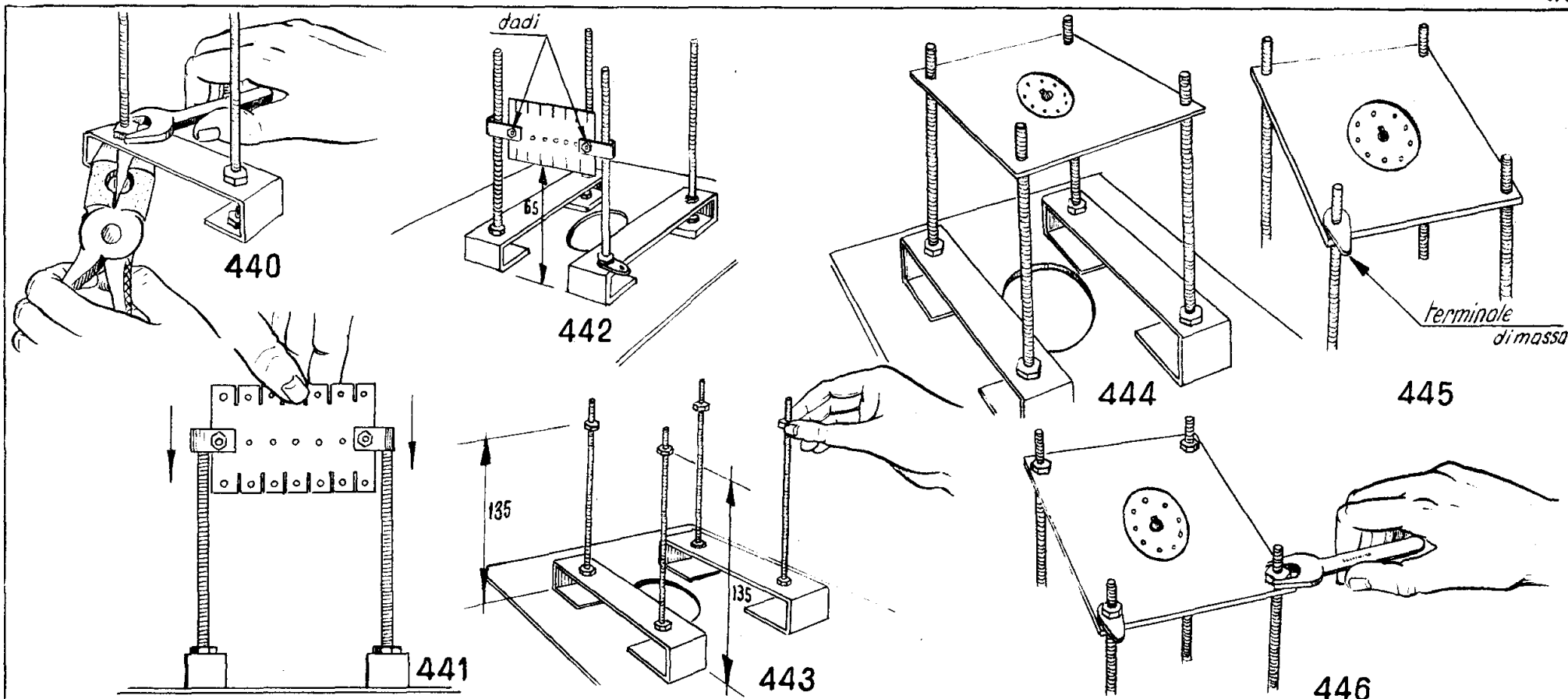
(435) Cominciando dal supporto di sinistra (guardando il pannello frontale da tergo) infiliamo l'asta nell'apposito foro da 5 m/m di diamerto: il dado precedentemente applicato farà da battente.

(436) Indi applichiamo sulla sporgenza filettata della asta che penetra nel foro del supporto un altro dado (che una volta ben stretto fisserà l'asta stessa).

(437) Ripetiamo queste operazioni anche per l'altra asta del supporto sinistro e poi per quella superiore del supporto destro.

(438) In quanto all'ultima asta filettata (che và applicata nel foro inferiore del supporto destro), prima di inserirla nel foro dovremo infilarvi l'ancoraggio semplice (eventualmente arretrando il dado che fa da battente di circa 1 m/m, ma non più, per tener conto dello spessore dell'isolante dell'ancoraggio).

(439) Dopo il fissaggio della quarta asta filettata detto anco-

raggio (che ci servirà di seguito per sostenere un condensatore), dovrà sporgere lateralmente come in figura.

(440) Per poter stringere bene i dadi che fissano le aste sui supporti, bisognerebbe tenerne fermo uno con un paio di pinze, serrando l'altro mediante una chiave spaccata da 7 o da 8.

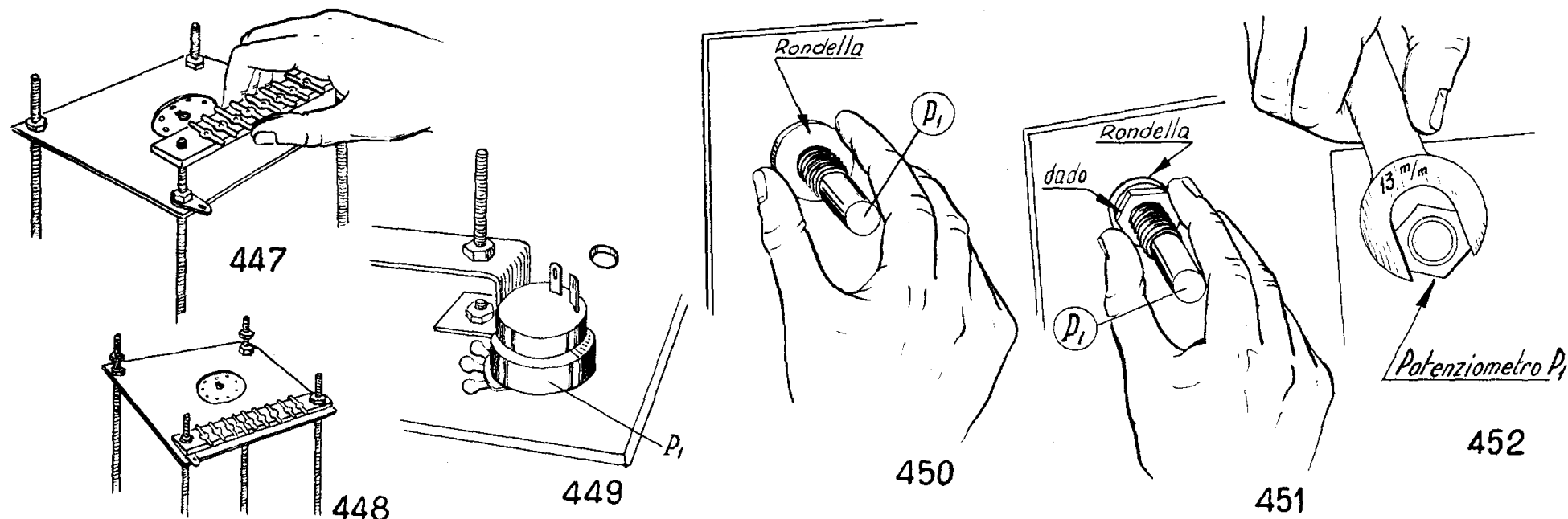
(441) Montiamo ora la basetta porta-resistenze a 7 posti, infilando gli occhielli delle cravattine metalliche nelle due aste filettate inferiori (sinistra e destra), ...

(442) ... facendola « scivolare lungo le aste » fin quando il lato della basetta rivolto verso il pannello sia distante da quest'ultimo circa 65 m/m; la fisseremo su tale posizione stringendo i dadi delle cravattine.

(443) Sull'estremo libero di ciascuna asta avvitiamo un dado, portandolo alla distanza di 135 m/m dal piano del pannello, ...

(444) ... quindi montiamo il pannellino di supporto dello zoccolo per tubo a raggi catodici (attenzione: la chiave di riferimento sul centro dello zoccolo deve essere rivolta verso l'alto), appoggiandolo contro i dadi di cui sopra, ...

(445) ... infiliamo sull'asta inferiore sinistra il terminale di massa con foro da 5 m/m ...

(446) ... e finalmente fissiamo mediante 4 dadi il pannellino sulle aste.

(447) E' rimasta da montare la morsettiera con 9 capicorda che infileremo (per gli appositi fori), nelle aste inferiori sinistra e destra. I sottostanti dadi che fissano il pannellino di supporto dello zoccolo per il tubo catodico mantengono sollevata la morsettiera, impedendo ai capicorda di toccare la superficie metallica del pannellino stesso (ed infatti devono essere bene isolati da massa).

(448) Fisseremo la morsettiera mediante due dadi, da stringere a fondo. I rimanenti due dadi vanno avvitati, senza che per adesso occorra stringerli, sulle due aste superiori.

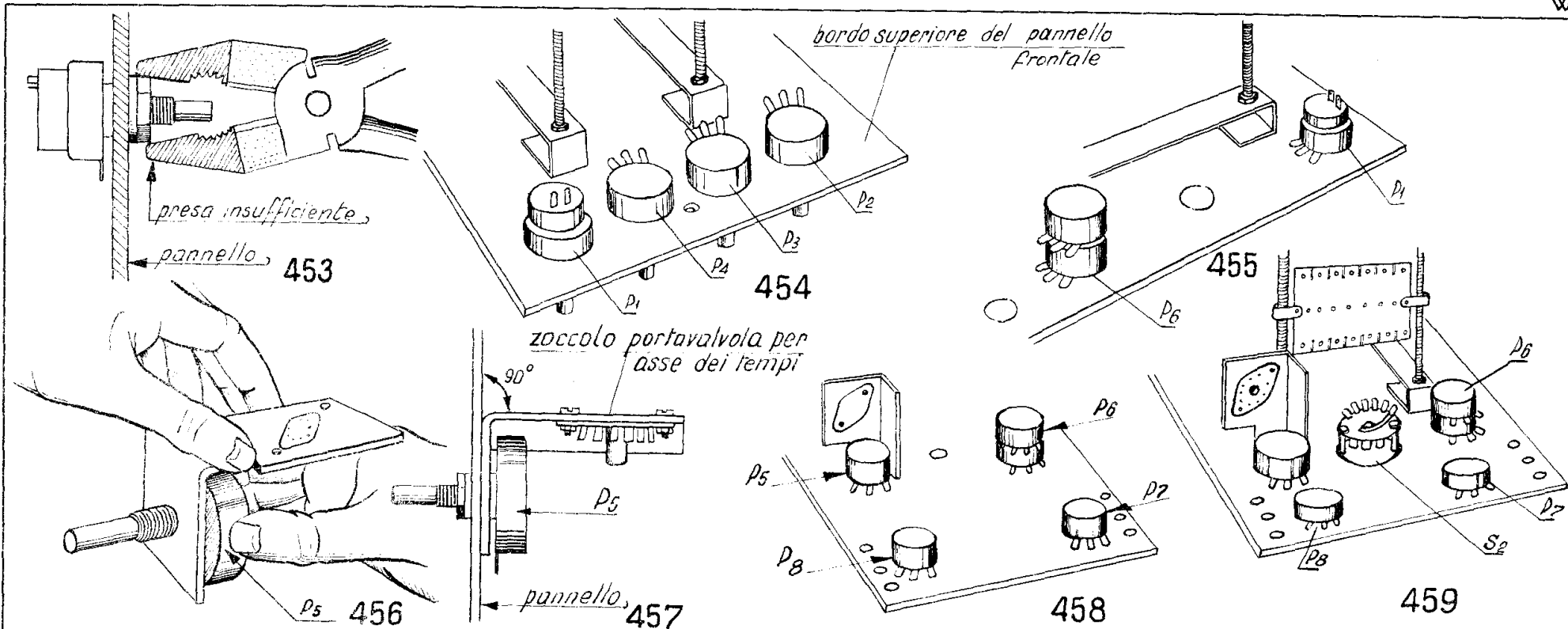
5. 9) MONTAGGIO DEI COMPONENTI SUL PANNELLO FRONTALE. III FASE.

In questa terza fase fisseremo oltre al supporto per valvola dell'asse dei tempi (pre-montaggio descritto nel paragrafo 5. 5), le seguenti parti:

n. 8	Potenziometri (P_1, P_2 ... P_8)
n. 1	Commutatore rotativo (S_2)
n. 2	Commutatori a scatto (S_1 - S_3)

(449) Si comincia dal potenziometro P_1 di luminosità (50. KΩ, con interruttore), che va montato nel primo foro in alto a sinistra (a destra guardando il pannello da tergo). **Tutti i potenziometri vanno fissati con i terminali rivolti verso il basso.**

(450-451) Non si trascuri mai di mettere sotto al dado la apposita rondella, di cui ogni potenziometro è corredato, a salvaguardia dell'estetica della parte anteriore del pannello, che altrimenti si righerebbe facilmente durante il serraggio del dado.

(452) Quest'ultimo, essendo piuttosto grande nel senso diametrale e alquanto basso nel senso dello spessore, dovrebbe essere stretto mediante una chiave spaccata da 13 (mentre l'altra mano tiene fermo il potenziometro per mantenerlo con i terminali orientati nel senso voluto).

(453) Il lettore che compie tale operazione adoperando le pinze deve esercitare molta attenzione per evitare che l'attrezzo sfugga alla presa rigando il pannello. Questo fatto si verifica perchè i becchi delle pinze, molto divaricati, non possono afferrare saldamente i fianchi del dado.

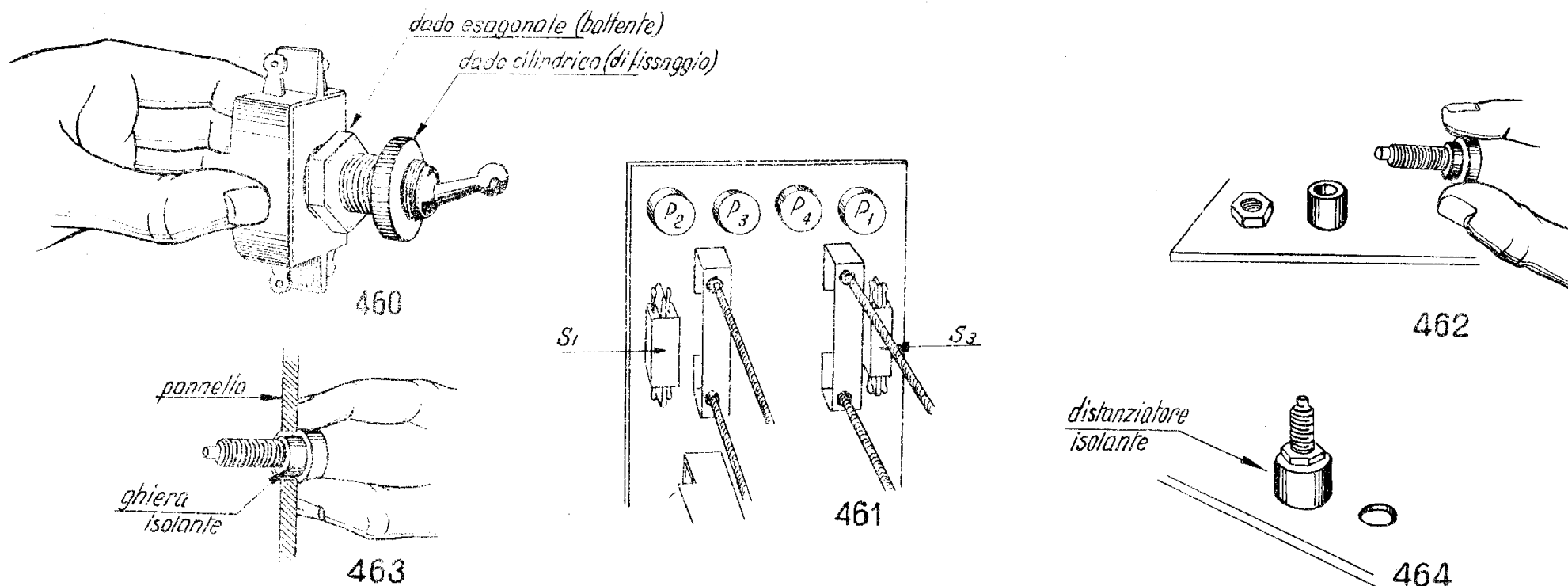
(454) Proseguendo da destra verso sinistra (guardando sempre il pannello da dietro, monteremo affiancati, nell'ordine, il potenziometro P_4 di centraggio orizzontale, quello P_3 di centraggio verticale e quello P_2 di focalizzazione, che è l'ultimo a sinistra.

(455) Monteremo il potenziometro doppio, P_6, nell'apposito foro che si trova al di sotto dell'asta filettata inferiore destra.

(456) Il potenziometro P_5 regolatore del sincronismo lo infileremo prima nel foro di fissaggio del pannellino di supporto dello zoccolo per valvola dell'asse dei tempi ed il tutto nel foro subito accanto alla parte inferiore del supporto sinistro per aste filettate.

(457) Dopo che il dado del potenziometro P_5 è stato stretto, il piano del suddetto pannellino sul quale si affaccia lo zoccolo porta-valvola deve essere perfettamente orizzontale.

(458) Gli ultimi due potenziometri (P_7 e P_8) vanno montati nei fori appositi che si trovano in basso.

(459) Per il fissaggio del commutatore rotativo S_2, tra i due potenziometri P_5 e P_6, ci regoleremo come per questi ultimi, ripetendo le stesse operazioni. L'unica avvertenza da rispettare è che si dovrà montare il commutatore con i contatti di una sezione orientati verso la basetta porta-resistenze a 7 posti.

(460) Sono rimasti da fissare i due commutatori a scatto S_1 ed S_3. Questi componenti hanno due dadi: uno esagonale, che funziona da battente ed uno a contorno cilindrico godronato, di fissaggio vero e proprio.

(461) Li monteremo nei rispettivi fori, ubicati fra il bordo laterale del pannello ed i supporti per aste filettate, come mostrato in figura.

S. 10) MONTAGGIO DI COMPONENTI SUL PANNELLO FRONTALE - 4ª FASE.

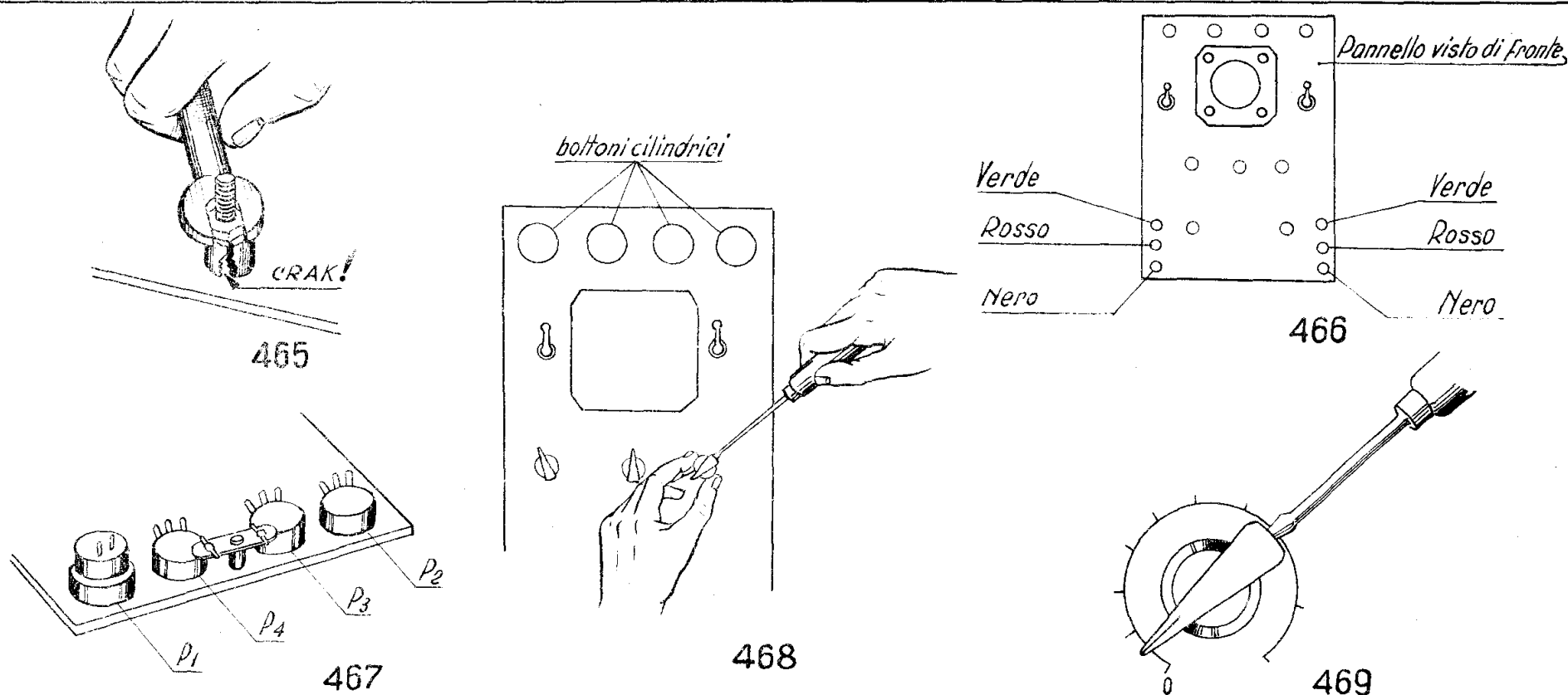
Fisseremo le seguenti parti:

n. 6	Boccole isolate
n. 1	Ancoraggio doppio
n. 1	Colonnina distanziatrice, altezza m/m 15, ø del foro 3,5 m/m

n. 1	Bulloncino 3 × 20 (oppure 1"/8 x 20)
n. 4	Bottoni cilindrici
n. 5	Bottoni ad indice

(462) Per montare le boccole occorre prima togliere loro il dado metallico ed il distanziatore isolante ...

(463) ... quindi si infilano nei fori corrispondenti del pannello; l'isolamento della boccola dal pannello stesso è mantenuto dalla ghiera di galalite, come mostra la figura in sezione.

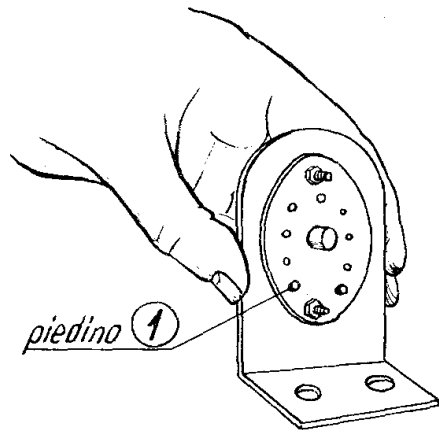
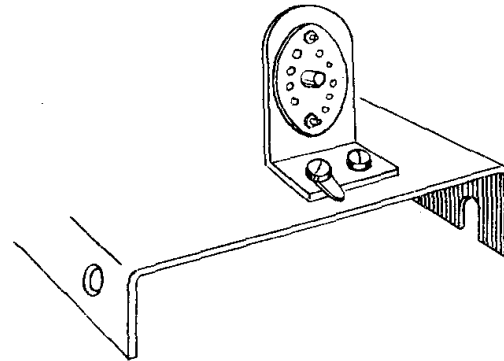
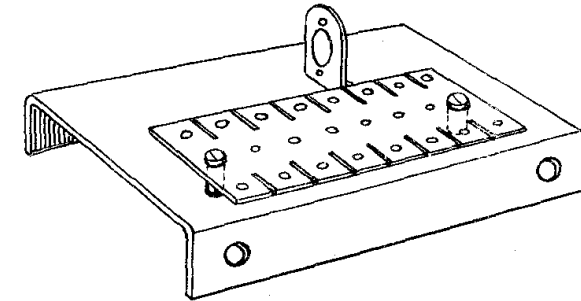
(464) Infine si rimette il distanziatore, che impedisce al dado di andare a toccare il pannello metallico (ponendo in tal modo la boccola a massa), si avvita il dado e lo si stringe (possibilmente mediante una chiave spaccata da 8) ...

(465) ... senza esagerare nel serraggio perchè il distanziatore si spacca con facilità.

(466) Le boccole sono a coppie di colori; di queste ne vanno scelte due color nero, che monteremo nei due fori più in basso a sinistra ed a destra (boccole di massa); per le altre il lettore può scegliere il colore secondo i propri gusti, come ad esempio è indicato nella figura.

(467) L'ancoraggio doppio va fissato sul foro che si trova tra i potenziometri P_3 e P_4 di centraggio verticale ed orizzontale, interponendo la colonnina distanziatrice per portarlo fuori dello spazio occupato dai potenziometri in parola. Naturalmente la testa della vite deve trovarsi, per ragioni estetiche, dalla parte frontale del pannello.

(468) Quanto ai bottoni di comando, dovremo adoperare quelli cilindrici per i quattro potenziometri P_1, P_2, P_3 e P_4 montati in alto, ed i bottoni ad indice per tutti gli altri, nonchè per il commutatore rotativo S_2.

(469) Inutile aggiungere che ogni indice dovrà coincidere con lo zero del quadrante quando il contatto strisciante del rispettivo potenziometro si trova all'inizio della corsa (cioè ruotato tutto a sinistra). Nel caso del commutatore S_2, l'indice del bottone dovrà coincidere, per ogni scatto, con la corrispondente tacca segnata sul frontale.

NOTA: La vite (o « grano ») dei bottoni deve essere stretta piuttosto energicamente, specie quella del commutatore S_2, affinchè non possa slittare.

470 471 472

5.11) PRE-MONTAGGIO MECCANICO DEL TELAIO PER AMPLIFICATORI ORIZZONTALE E VERTICALE.

Concludiamo i lavori di natura esclusivamente meccanica preparando il telaio in oggetto, che però non verrà ancora montato nella propria sede. Il materiale occorrente, già elencato, comprende le seguenti parti:

n. 1	Telaio per amplificatori [illegible] ontale e verticale
n. 1	Supporto per zoccolo porta-valvola
n. 1	Zoccolo porta-valvola tipo « NOVAL »
n. 1	Basetta porta-resistenze ad 8 posti
n. 1	Terminale di massa
n. 2	Colonnine distanziatrici, altezza 10 m/m - foro ø 3,5 millimetri
n. 4	Bulloncini 3 × 10 (oppure 1"/8 × 10)
n. 2	Bulloncini 3 × 15 (oppure 1"/8 × 15)

(470) Fissiamo lo zoccolo portavalvola sull'apposito supportino metallico a squadra, con i terminali dei piedini rivolti dalla parte del lembo ripiegato del supporto stesso; il piedino n. 1 và orientato verso il basso, come si vede nel disegno.

(471) Montiamo quindi il tutto sul telaio, con l'avvertenza di interporre un terminale di massa sotto uno dei bulloncini (quello a sinistra, guardando lo zoccolo dalla parte dei contatti).

(472) Non rimane che da montare la basetta porta-resistenze ad 8 posti, che fisseremo sul telaio mediante i due bulloncini da 3 × 15, interponendo però le due colonnine distanziatrici. Questo pre-montaggio va temporaneamente accantonato, perchè innanzi di installarlo dovremo completarlo di alcuni componenti (condensatori e resistenze), nonchè dei collegamenti fra questi ultimi ed i piedini dello zoccolo portavalvola.